Facultad de Ingeniería Industrial y Mecánica

Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional:

# "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA ESCALERAS MECÁNICAS Y PUERTAS AUTOMÁTICAS DE ALVAC S.A. PARA CONSORCIO METROPOLITANO"

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO

Por

Neccwar Frank Neyra Cachi

LIMA - PERÚ

2017

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Melquiades Neyra y Bertha Cachi y a mi hermana Lizbeth Neyra por haber encontrado en ellos el amor, la unión de una familia, el apoyo incondicional y el deseo de verme alcanzar el éxito.

A mi novia, Vanessa Euribe, quien me brindó su ilimitado apoyo y significante compañía para conseguir este grandioso logro.

**AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Facultad de Ingeniería Industrial y Mecánica, de la Universidad Tecnológica del Perú por brindarnos los conocimientos fundamentales para aplicarlos y desarrollarlos en este trabajo, además agradecer al Ingeniero Luis Castillo Martínez, por su paciencia y tenacidad al brindarme su apoyo como asesor y como persona en el desarrollo de este trabajo. Y por último a la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú, por darme la oportunidad de trabajar con ellos y generarles una oportunidad de mejora en sus trabajos, todo enfocado para un bien de la empresa.

# Índice

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABLAS**

# RESUMEN

El presente trabajo presenta el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las escaleras mecánicas y puertas automáticas del consorcio metropolitano por parte de la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú, incluyendo el diseño de los formatos de control y formatos de inspección técnica que servirán de apoyo para gestionar los indicadores de mantenimiento que se encuentran definidos para cada equipo.

Para tal fin se empezó analizando las fallas frecuentes que se manifestaban en los equipos, con ello se determinó los indicadores de mantenimiento que regían bajo una política de mantenimiento correctivo dentro de la empresa, definiendo así la disponibilidad ponderada y tiempo promedio entre fallas de las puertas automáticas y escaleras mecánicas.

A partir de ello se desarrolló, con la ayuda de manuales y opinión del personal técnico, las actividades de mantenimiento y sus respectivas frecuencias de realización. Todo ello se encuentra enfocado a las fallas con mayor frecuencia de cada equipo, dichas fallas se analizaron mediante un diagrama de Pareto para cada equipo que se encuentra en estudio.

También se realizó un análisis económico-financiero para ver la viabilidad del proyecto, se verifico que el VAN paso de S/. 47,575 a S/. 176,596, obteniendo así un ahorro para la empresa de aproximadamente S/. 10,500 mensuales con el desarrollo del nuevo plan y además con un aumento en el tiempo promedio entre fallas en un 10% de su valor actual.

# INTRODUCCIÓN

La situación de hoy en día nos ha demostrado que todas las empresas de cualquier rubro deben contar con un plan de mantenimiento tanto correctivo y preventivo, el cual brinde una garantía y seguridad a cada uno de sus productos o servicios ofrecidos. Todo esto para permitir a la empresa encargada de ofrecer un servicio logre diferenciarse y obtener una ventaja significativa sobre sus competidores directos, ya que este proceso es muchas veces exigido por países extranjeros que siguen los estándares internacionales.

Todas las empresas que brindan el servicio de transporte urbano exclusivamente cuentan con equipos y edificaciones, por el cual los usuarios utilizan a diario para transportarse a sus centros laborales y/o estudiantiles. Pero con el tiempo estos elementos sufren una serie de degradaciones y/o daños, algunas causadas por el hombre y otras por el medio ambiente, estas degradaciones afectan severamente en la disponibilidad de las máquinas, incrementan los costos de mantenimiento correctivo y ponen a su vez en un riesgo mayor la seguridad de los operarios o usuarios.

Por todo lo mencionado, todos los equipos y herramientas necesitan un uso adecuado y mantenimientos permanentes, todo ello para lograr un incremento de la vida útil de los mismos y poder cumplir con la entrega de un producto o servicio de calidad.

El Metropolitano es el primer transporte público, urbano y masivo de Lima que atiende alrededor de 700 mil viajes diarios. Cuentan con 36 estaciones que van de Sur a Norte y

viceversa, de las cuales destacan 3 por ser los más grandes, Estación Naranjal (NORTE), Estación Central (CENTRO) y Estación Matellini (SUR).

Este consorcio es parte de la empresa Protransporte, quien ha venido realizando los trabajos de mantenimiento de los equipos con anterioridad, aunque el detalle de la política de mantenimiento con el cual trabajaban era de un mantenimiento correctivo no controlado, esto llevo a perjudicar en el estado general de los equipos aun cuando la empresa contaba con personal capacitado dentro del área de mantenimiento. Estos técnicos solo se dedicaban a reparar las máquinas que se encontraban detenidas por alguna imperfección presente en la máquina, todo esto lo llevo al daño severo de algunos elementos de las máquinas ocasionando para la empresa Protransporte un alto coste de reparación o en el peor de los casos la compra inmediata del elemento dañado.

Tal fue el caso en las escaleras mecánicas de la Estación Central, se encontró la faja pasamanos quebrada, cadenas de arrastre desgastadas y ruedas de tensión cristalizadas y deterioradas, ocasionando la compra inmediata de estos elementos.

Pero al momento de comprar estas piezas para su pronta reparación, le informaron a la empresa Protransporte que se debía traer los repuestos desde China debido a la procedencia de la máquina, esto genero un gran problema tanto para la empresa como a los usuarios, levantando discrepancias por el servicio que brindaba. Esto llevo a que las escaleras estuvieran detenidas por 2 meses enteros para la llegada de los repuestos.

Tal fue el caso con las puertas automáticas en las cuales se realizaba las reparaciones y reemplazos de elementos mecánicos dañados que, por un mal control, los rieles de puerta resultaron dañadas ocasionando en si un mayor índice de reparaciones en cada puerta con riel dañado, convirtiéndose así en una compra descontrolada de repuestos.

Las quejas de los usuarios por el estado de las máquinas eran inminentes por lo cual la empresa Protransporte concibió la idea de concesionar el mantenimiento de los equipos electromecánicos a la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú, empresa para la cual laboro,

de reparar los imperfectos ya encontrados y de brindar un mantenimiento programado a los equipos.

La empresa Alvac S.A. es una empresa destinada a la conservación de caminos por lo que era un nuevo reto para la empresa introducirse el campo de conservación de equipos electromecánicos y a todo esto sumado que la empresa Protransporte no contaba con un plan de mantenimiento preventivo de sus equipos obligaba a la empresa a desempeñar una gran labor y cumplir con los objetivos trazados. Comprendemos que las máquinas energéticas más importantes para la empresa Protransporte son las puertas automáticas, escaleras y ascensores, aprovechando de la potencia eléctrica de estos equipos para dar facilidad y seguridad al trasladarse las personas entre sus estaciones del Metropolitano. Por lo que nuestro enfoque es resolver los problemas presentes y por haber para otorgar una confiabilidad alta tanto en los equipos como para empresa Protransporte.

# CAPÍTULO 1

# PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Planteamiento del Problema

La empresa Protransporte desarrollaba una política de mantenimiento correctivo no controlado que generaba un alto costo en reparación y repuestos, presentado así tiempos de parada por reparación hasta de 2 meses como en el caso de las escaleras mecánicas o la compra necesaria de elementos mecánicos necesarios en las puertas automáticas en gran magnitud.

Esto llevo a la empresa Protransporte a concesionar el mantenimiento de los equipos electromecánicos a la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú a plantear un nuevo plan de mantenimiento que mejore los indicadores de mantenimiento de las máquinas.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

- ¿Cómo mejorar el mantenimiento de las escaleras mecánicas y puertas automáticas del Consorcio Metropolitano de Lima con el fin de aumentar su disponibilidad?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo se definirá las actividades del nuevo plan de mantenimiento para las puertas automáticas y escaleras mecánicas?
- ¿Con que herramienta se llevará un control del desarrollo del nuevo plan de mantenimiento preventivo de una manera óptima?

## 1.3. Justificación e Importancia

El presente informe de suficiencia profesional se viene realizando de un caso real, el cual se desea mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas a tratar logrando en consecuencia a esto una reducción en los costos de mantenimiento y

repuestos para la empresa Protransporte, a su vez entregar una mayor disponibilidad en el transporte de usuarios día a día para entregar un servicio de calidad y seguro.

## 1.4. Limitaciones

En el presente informe no incluirá el desarrollo de los manuales de mantenimiento de los equipos y los programas de capacitación para el personal.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. General

1.5.1.1. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para escaleras mecánicas y puertas automáticas de Alvac S.A. para consorcio metropolitano de Lima.

### 1.5.2. Especifico

1.5.2.1. Definir las actividades del plan de mantenimiento mediante un análisis de la situación actual enfocado en la frecuencia de fallas de los equipos.

1.5.2.2. Elaborar formatos de control y formatos de inspección técnica para el control de las actividades del plan de mantenimiento de escaleras mecánicas y puertas automáticas.

# CAPÍTULO 2

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes de la investigación

Játiva Haro (2010), su tesis de ingeniería mecánica automotriz titulada “Sistema de puertas con sensores para la apertura en paradas autorizadas en buses del servicio urbano del distrito metropolitano de Quito” nos describe una serie de casos referidos a la gestión de las puertas automáticas situadas en el distrito de Quito – Ecuador, el cual nos describe los casos tratados en la que se trata de la implementación y en consiguiente el mantenimiento dentro de las cuales se tratará de exponer los detalles más importantes de los trabajos realizados y aplicar los conocimientos técnicos otorgados por los manuales técnicos de los equipos que se plantean en este trabajo citado para lograr que los trabajos de reparación y mantenimiento estén realizados adecuadamente de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante. En el área de mantenimiento muchas veces es predominado por ideas prácticas y puntuales que solucionan en su mayoría los problemas. Para realizar los casos o experiencias mostradas se basan en las ideas prácticas que se han tratado de mejorar y fundamentar con los conocimientos técnicos adquiridos para la toma de decisiones de modo que se aplicara la ingeniería del mantenimiento y con ello desarrollar una cultura preventiva dentro de la empresa de transporte para fomentar la ideología de la conservación y preservación de los activos a lo largo de su ciclo de vida. Toda esta información realizada de manera profesional será una valiosa ayuda para el estudiante o profesional que quiera iniciarse en el mantenimiento de puertas automáticas.

González Sánchez (2012), su reporte de trabajo profesional de ingeniería mecánica titulada “Control de acciones correctivas en elevadores y escaleras mecánicas” nos describe como se han venido los defectos causados por la instalación de los elevadores y escaleras mecánicas y las actividades correctivas para el desempeño óptimo de los equipos. Adicionalmente nos presenta un modelo de formatos para generar un mayor control de calidad en la entrega de servicios tanto reparaciones como también mantenimiento preventivo, estos con la finalidad de brindar una mayor estabilidad en el

mercado competitivo, tales como las empresas Otis, BLT, Schindler y Thyssen Krupp que vienen realizando estas actividades en la mayor parte de Latinoamérica.

Castillo (2011), en su proyecto de tesis de ingeniería eléctrica titulada “Diseño de una Puerta Automática” nos describe el diseño de una puerta automática a escala con la finalidad de demostrar la comodidad de tener una puerta automatizada que abra y cierre de manera automática sin la acción directa de la persona, aparte de o funcional y practico que resulta tener este tipo de puestas. Además, nos lleva a describir las partes de las puertas automáticas para lograr comprender el complejo funcionamiento de los diferentes dispositivos que logran que la puerta se desplace y saber interpretar o comprender el esquema eléctrico-electrónico que logra hacer funcionar este tipo de puerta. De todos estos datos se utilizará para la perfecta definición de las actividades del mantenimiento preventivo a presentar.

## 2.2. Mantenimiento

Se define como un conjunto de actividades a desarrollar para mantener o restablecer un equipo o máquina a un buen estado o a unas condiciones óptimas para brindar seguridad en el funcionamiento. Estas actividades suponen una relación conjunta entre las prácticas técnicas, administrativas y de gestión. A su vez el mantenimiento consigue prolongar el funcionamiento de los equipos, reducir los costes por reparación en el área de producción, alargar la vida útil de los elementos constituyentes del equipo, evitar pérdidas por paros inesperados de los equipos y una producción de mayor calidad de los bienes producidos (Maldonado y Sigüenza, 2013).

### 2.2.1. Importancia del Mantenimiento

Realmente antes se pensaba que el tema de mantenimiento era una acción básica para el cual solo se requería un conocimiento básico. Este punto de vista de la función de mantenimiento ignora totalmente el hecho que una adecuada gestión de la función de mantenimiento crea y mantiene un alto nivel de disponibilidad, confiabilidad y operatividad de los equipos.

Todos estos puntos se trasladan directamente a la capacidad de producción, productividad y así a los beneficios de la empresa. Para que se logre mantener un mayor nivel de contribución con respecto a los beneficios de la empresa, la organización de mantenimiento necesita practicar, en un nivel elevado de preparación, las siguientes áreas:

- Se necesita la existencia de procesos al interior de la organización del mantenimiento para lograr asistir a la gestión dentro de la función de mantenimiento. Estos incluyen el desarrollo de un proceso de gestión de planificación, un plan para la medida del rendimiento del departamento de mantenimiento y un planteamiento para realizar auditorías anuales.
- Gestionar las fallas de la organización, esta debería tener un proceso formal para instaurar un plan de mantenimiento para la organización.
- Los resultados de la organización de mantenimiento dependen de una adecuada ejecución de un plan de mantenimiento y del rendimiento general (calidad, programación y eficiencia) de la fuerza de trabajo; también un alto nivel de desarrollo logística de mantenimiento y tener un alto nivel de los recursos técnicos para poder diagnosticar y analizar la causa y raíz de la falla que se presente.
- El plan de mantenimiento debe de mantener un nivel correcto de la tecnología de mantenimiento para que se desarrolle correctamente Esto incluye recursos como talleres, almacén, equipo de manipuleo, equipo de limpieza, entre otros (TECSUP, 2014b).

### 2.2.2. Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento para su estudio se ha dividido en tres grandes grupos que son los siguientes:

- Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento también llamado “mantenimiento planificado”, tiene presencia antes de que aparezca una falla, se ejecuta bajo condiciones totalmente controladas sin la aparición de algún error en el sistema. Se desarrolla a razón de la experiencia del personal a cargo, los cuales son los responsables de definir el momento necesario para llevar a cabo el mantenimiento; también a través de los manuales técnicos del fabricante se puede estipular el momento adecuado para el mantenimiento (TECSUP, 2014a).

En la tabla 2.1 se muestra las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

Tabla 2.1 Ventajas y Desventajas del mantenimiento preventivo (Flores & Yauri, 2015).

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Paradas programadas del equipo en horas de no producción. | Inspección detallada de los equipos |
| Reduce la probabilidad de paradas imprevistas o fallas de los componentes (M. Correctivo) | Planeación del mantenimiento más extensa como la del predictivo. |
| Inventario de repuestos es más reducido | |
| Mayor disponibilidad y operatividad de los equipos | |
| El personal realiza un trabajo planificado | |

- Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es llamado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar después que ocurre falla, es decir solo se actuara cuando aparezca un error en el sistema. En el caso de que no se produjera alguna falla, el mantenimiento será nulo; por lo que se tendrá que esperar hasta que se presenta la falla en el equipo para recién tomar medidas correctivas con el equipo (TECSUP, 2014a).

En la tabla 2.2 se muestra las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

Tabla 2.2 Ventajas y Desventajas del mantenimiento correctivo (Flores & Yauri, 2015).

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| No requiere planeación del mantenimiento. | Mayores pérdidas de producción por la indisponibilidad de la máquina |
| No requiere costos mantenimiento programado. | Mayor cantidad de repuestos a almacenar. |
| No requiere programación del mantenimiento solo se atiende la falla del equipo. | Mayor cantidad de compras tardías que realizar. |
| | Mala realización de los mantenimientos correctivos por el apuro de tener operativo la máquina |
| | Alto costo de reparación. |

- Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar la condición técnica real en todo instante de la máquina examinada, mientras esta siga realizando su funcionamiento sin la necesidad de detenerla para ello se hace uso de un programa del tipo sistemático de mediciones de los parámetros más fundamentales del equipo (TECSUP, 2014a).

En la tabla 2.2 se muestra las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

Tabla 2.3 Ventajas y Desventajas del mantenimiento predictivo (Flores & Yauri, 2015).

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Mayor Vida útil de los componentes de la máquinaria. | Alto costo de los equipos para la realización del mantenimiento predictivo. |
| Reducción de pérdidas de producción. | Capacitación del personal. |
| Aumenta la confiablidad de los equipos. | Limitación en el tipo de fallas. |
| Inventario de repuestos reducidos. | Costo de supervisión alto. |

### 2.2.3. Técnicas de mantenimiento

Existen técnicas de mantenimiento para poder prever a todas las máquinas de tareas básicas de mantenimiento preventivo (MP) (Ver figura 2.1); esas tareas son las siguientes:


*Figura 2.1* Técnicas de mantenimiento (Flores & Yauri, 2015).

- Inspección de las máquinas:

Las inspecciones en las máquinas sirven para averiguar y evaluar el estado real de las máquinas de producción; consiste en verificar y

examinar si las máquinas se encuentran funcionando correctamente. Es por ello que las inspecciones se dan más con las máquinas de mayor producción (mayor criticidad). Existen dos tipos de inspecciones: Sensorial e Instrumental (Ver figura 2.2).


*Figura 2.2* Inspección Sensorial (Flores & Yauri, 2015)

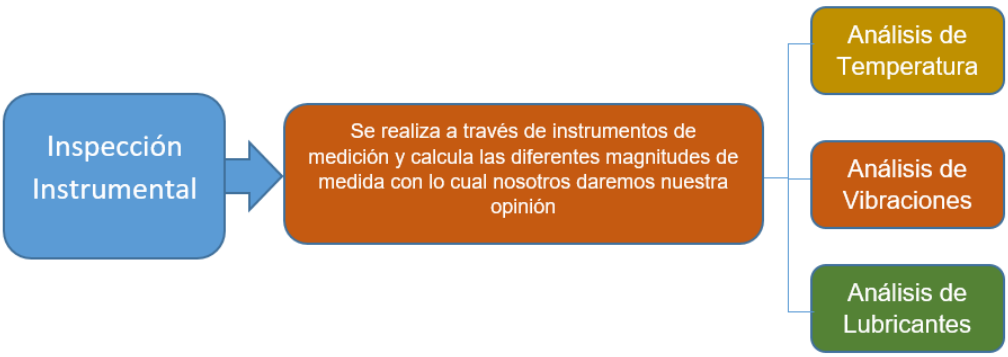



*Figura 2.3* Inspección Instrumental (Flores & Yauri, 2015).

- Conservación de los equipos

Esto se da para poder mantener el estado original de las máquinas, sirve para mantener funcionando las máquinas evitando que

sufran fallas o disminuir la frecuencia de las fallas, todo esto tienen carácter preventivo al igual que las inspecciones se realizan en intervalos regulares. Las conservaciones básicas en las máquinas son: Limpieza, lubricación y ajuste (Ver figura 2.4).


*Figura 2.4* Conservación de las máquinas (Flores & Yauri, 2015)

- Reparación de las máquinas:

Se entiende por reparación a todas las medidas a tomar para restaurar a las máquinas a su estado original. Hay dos tipos de reparaciones: planificada y no planificada (Ver figura 2.5).

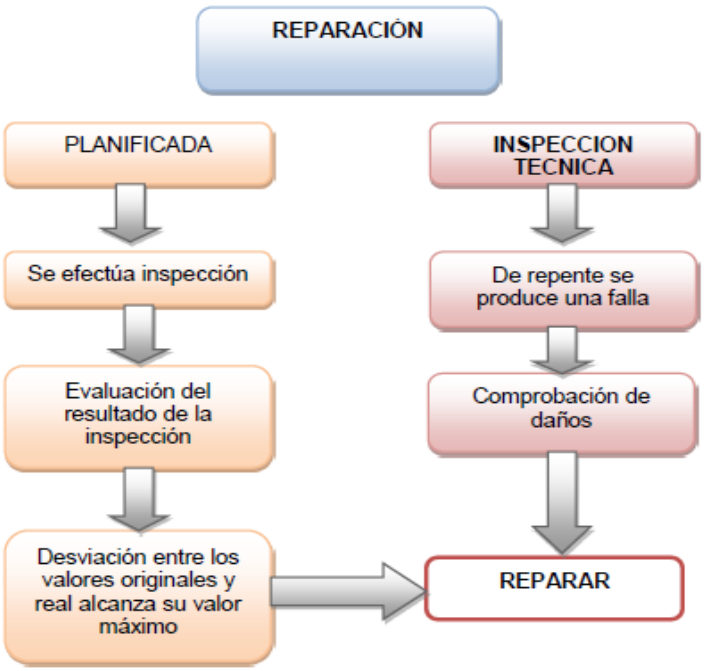



*Figura 2.5* Reparación de los equipos (TECSUP, 2014a).

### 2.2.4. Objetivos del mantenimiento.

El objetivo fundamental del Mantenimiento es cooperar al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad a la cual pertenece. Para ello, los objetivos deben definirse dentro de la estructura de los objetivos generales de la empresa.

A continuación, se explicará los objetivos del mantenimiento:

- Maximizar la disponibilidad del equipo y/o máquina necesaria para el desarrollo de la actividad productiva dentro de la empresa.
- Conservar y preservar el "valor" de la planta de producción y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro de sus elementos.
- Cumplir con estos objetivos de una manera económicamente eficiente (TECSUP, 2014a).

### 2.2.5. Gestión de mantenimiento

Dado el impacto que tiene el mantenimiento sobre las utilidades, debido a la baja productividad, costos altos de producción y baja disponibilidad delas máquinas es que las empresas han comenzado manejar gerencialmente, por tanto, se emplean todos los recursos administrativos y de gestión aplicados al mantenimiento (TECSUP, 2014a).

#### 2.2.5.1. Planificación del mantenimiento

Se usa la planificación como una herramienta para la disminuir el retardo de trabajo a través de una estrategia anticipada de preparación del mismo. Para todo esto el planificador requiere desarrollar un plan de trabajo después de recibir el trabajo requerido. El plan de trabajo no es más que la información detallada que el planificador sintetiza para el técnico quien ejecutara el trabajo después (TECSUP, 2014a).

Para una adecuada planificación hay que tener presente los siguientes principios fundamentales:

- Debe ser un departamento separado; los planificadores no deben estar incluidos en la cuadrilla de mantenimiento para facilitar su especialización en técnicas de planificación.
- Enfocado en el trabajo futuro; el planificador debe enfocarse en el trabajo no empezado abastecer a los técnicos de cada semana de trabajo planeado, aprobados y listos para ser ejecutados.
- Componentes archivados en files, el planificador deberá tener archivado los documentos como ficha técnica, ficha de inspección de operarios, check list de equipos, ordenes de trabajo, órdenes de compra, etc.
- Planes con estimaciones basadas en la experiencia del planificador; el planificador deberá tener la mayor experiencia y habilidad para archivar información y desarrollar planes de mantenimiento.
- El plan reconoce la habilidad y destreza de los técnicos; el planificador deberá reconocer los conocimientos y habilidades de los técnicos para poder tener el mayor nivel de detalle de los planes de trabajo.
- Medida del rendimiento por el análisis de retardos de los trabajos; el planificador deberá tener en cuenta la medición de los tiempos de los trabajos realizados por los técnicos para poder medir la efectividad de la planificación del mantenimiento.

2.2.5.2. Programa de instalación de un sistema preventivo planificado

Un sistema de mantenimiento preventivo no sucede al azar, debe planificarse. El análisis de los equipos, desarrollar de tareas

para el mantenimiento preventivo, confección de formatos de verificación y de un buen historial de fallas de los equipos y la presentación de informes útiles son todas las actividades que se deben planificar y desarrollar cuidadosamente.

Para poder desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo existen muchos aspectos, que según el tipo de empresa influirán en su desarrollo. Pero todos deben considerar los siguientes pasos básicos para la instalación de un mantenimiento preventivo efectivo (TECSUP, 2014b).

- Paso1: Realizar inventarios de máquinas

Permite obtener datos de las máquinas para conocer el tipo, cantidad y estado de cada uno de ellos. Los datos mínimos que se incluyen son: Tipo de máquinas, descripción, fabricante, ubicación, referencia de manuales.

- Paso 2: Asignar tipo de criticidad

El sistema de criticidad clasifica a sus máquinas de acuerdo a su importancia dentro de la producción o en el caso de ocurrir un fallo clasificarla de acuerdo a los posibles daños o accidentes que pudiera ocasionar.

- Paso 3: Hacer listas de verificación

Cada máquina posee su propia lista de verificación que contienen típicamente tareas estandarizadas, que aparecen en otras listas de verificación, tales como como limpieza, chequeo de fugas, pernos flojos, etc. Existen varios tipos de lista de verificación que pueden realizar los operarios de las máquinas, así como los técnicos, pueden hacer estas verificaciones diarias, semanales o mensuales.

- Paso 4: Desarrollar ordenes de trabajo del Mantenimiento Preventivo

Requieren herramientas y materiales que son normalmente utilizadas por el personal de mantenimiento. Cada Orden de Trabajo está relacionada a una máquina y permite definir la manera como se va ejecutar la tarea del mantenimiento preventivo indicando los recursos que se van utilizar y por lo tanto el costo que representa.

- Paso 5: Desarrollar y Costear un programa de MP

Normalmente existe un programa anual para cada máquina, conteniendo todas las frecuencias de mantenimiento preventivo; este programa es estático nada cambia a menos que el mantenimiento preventivo sea diseñado de acuerdo a las horas de funcionamiento. Haciendo la lista de verificación El costo de un programa de MP permitirá conocer los costos de repuestos, costo por realizar los mantenimientos, costo de parada del equipo, entre otros. Tener en cuenta las tablas 2.4 que nos indica el horómetro a realizar un PM1, PM2, PM3 y PM4; además la tabla 2.5 nos indica que cosas se realiza en estos mantenimientos preventivos.

Tabla 2.4 Tipo de Mtto. según el horómetro (Valdivia, 2012).

| HOROMETRO | TIPO DE MTTO |
|---|---|
| 250 | PM1 |
| 500 | PM1+PM2 |
| 750 | PM1 |
| 1000 | PM1+PM2+PM3 |
| 1250 | PM1 |
| 1500 | PM1+PM2 |
| 1750 | PM1 |
| 2000 | PM1+PM2+PM3+PM4 |

Tabla 2.5 Tipos de programa de mantenimiento según la frecuencia (Valdivia, 2012).

| TIPO DE MANTTO | FRECUENCIA | CONTENIDO |
|---|---|---|
| PM1 | 250 horas | Cambio de aceite de motor, cambio de filtros de aceite de motor, cambio de filtros de petróleo, cambio de filtros de aire. |
| PM2 | 500 horas | PM1, cambio filtros hidráulicos , cambio filtros de transmisión |
| PM3 | 1000 horas | PM1+PM2, cambio aceite de transmisión , cambio aceite diferencial , cambio de aceite de tornamesa |
| PM4 | 2000 horas | PM1+PM2+PM3, cambio aceite hidráulico , cambio de aceite diferencial , calibración de válvulas de motor |

- Paso 6: Mantener una historia de las máquinas

Un buen historial realizado es vital para manejar, mantener y mejorar las máquinas. Sin la toma de datos que nos brinda el historial, no podríamos indicar las fallas repetitivas o establecer los costos totales de reparación para poderlo comparar con el costo de remplazo.

- Paso 7: Desarrollo de un sistema de informes de mantenimiento preventivo

Se requiere el desarrollo de documentos que permitan justificar la inversión realizada en mantenimiento. Por esta razón hay dos tipos de informes. Un tipo nos dice cuan bien estamos realizando las tareas de mantenimiento y el otro nos define cuanto es el éxito que hemos alcanzado con las actividades de mantenimiento preventivo, con respecto a un impacto positivo en nuestras máquinas (TECSUP, 2014b).

2.2.5.3. Indicadores de mantenimiento

Existe una diversidad de indicadores para controlar y evaluar todas las actividades de mantenimiento. Pero se considera importantes para este trabajo los que mencionaremos a continuación (TECSUP, 2014b).

- Disponibilidad: Es medida con el porcentaje del tiempo (del tiempo total de la producción) que la máquina está disponible para usarse en propósitos de producción. Se debe considerar que la disponibilidad es mayor 90 %. La disponibilidad se calcula con la siguiente expresión:

$$A = \frac{T_{TOT} - D}{T_{TOT}} x100 \qquad (1)$$

  - A=Disponibilidad (%)
  - $T_{TOT}$ =Tiempo total de producción por periodo (horas)
  - D=Tiempo improductivo por periodo (horas)

  La disponibilidad es una medida de la capacidad total del departamento para mantener el de equipo de la compañía operativa (TECSUP, 2014a).

- TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF): Es el tiempo que transcurre entre una falla hasta que transcurra otra. El MTBF debe ser más largo para tener mayor producción (TECSUP, 2014b). Este indicador se calcula con la siguiente expresión:

$$MTBF = \frac{N° \ HORAS \ DE \ OPERACIÓN}{N° \ DE \ PARADAS \ CORRECTIVAS} \qquad (2)$$

- Porcentaje de mantenimiento correctivo (PMC): Es el porcentaje de mantenimientos correctivos, que se dan en máquinas por las

paradas de emergencia que se dan en unas máquinas (TECSUP, 2014b). Para calcular este indicador se utiliza la siguiente expresión:

$$PMC = \frac{HORAS\ PARADAS\ POR\ MC}{HORAS\ DE\ FUNCIONAMIENTO} \qquad (3)$$

## 2.3. Escaleras Mecánicas

"La escalera mecánica es un medio de transporte vertical que traslada personas de un nivel o planta a otra, este transporte es utilizado en edificios de ambientes amplios como aeropuertos, centros comerciales, estaciones de metro, ferrocarriles, etc., en los cuales se reúnen a una gran cantidad de personas y que se trasladan a cortas distancias dentro de un mismo edificio".

"Es un medio de transporte vertical, conformado por escalones inclinados a 30º los cuales son movilizados por medio de rodillos unidos a una faja que a su vez es halada por un motor. Una escalera mecánica no excede más de 2 plantas, ya que su diseño conllevaría una mayor o menor inclinación, lo cual implica riesgos en el momento de la movilización de la escalera.

El mecanismo de las escaleras eléctricas o mecánicas fue inventado hacia 1891 en Estados Unidos, pero no fue hasta 1900 que la empresa de elevadores Otis creó una escalera mecánica útil, y en 1921 la comercializó como un artículo de transporte. Las escaleras eléctricas o mecánicas no han cambiado su mecanismo debido a que las mejoras han sido únicamente en el sistema de impulso o motor por lo cual la estructura de la misma permanece similar a las diseñadas por Otis en 1921" (Strakosch, 1973).

### 2.3.1. Clasificación

"Las escaleras mecánicas o eléctricas se pueden clasificar en base a su utilización:

- Escaleras mecánicas o eléctricas: dispositivos de transporte vertical de un nivel a otro (Ver figura 2.6).
- Aceras móviles: dispositivo de transporte de objetos de un nivel a otro o de personas en un mismo nivel “

*Figura 2.6* Escalera Eléctrica o Mecánica (Mitsubishi, 2017)

### 2.3.2. Tipos de Escaleras

“El transporte vertical por medio de las escaleras móviles poseía a mediados del siglo XX dos tipos que eran las mecánicas y las eléctricas, esto dependió del tipo de motor que utilizaba, siendo estas:

- Escaleras Mecánicas: Estas dependían de motores grandes similares a los automóviles, pero impulsados por energía eléctrica y sin dispositivos electrónicos; todo movimiento debía ser controlado manualmente y de forma periódica.
- Escaleras Eléctricas: Estos poseen motores pequeños impulsados por energía eléctrica, pero utilizando dispositivos electrónicos, los cuales terminaron por desplazar a los anteriores debido al poco espacio que ocupan, la facilidad de operación y mantenimiento de la misma y a la automatización en el control del movimiento.

Las escaleras de transporte vertical a partir de 1960 son todas electrónicas por lo cual se les denomina como mecánicas o eléctricas, utilizando ambos términos como un sinónimo, debido a que todas tienen actualmente una misma constitución" (Strakosch,1973).

### 2.3.3. Características de la Escalera

La escalera eléctrica puede transportar muchas personas en corto tiempo, gracias a su gran capacidad comparada contra otros medios de transporte; además, es un medio de transporte conveniente por que no da la sensación de espera al pasajero en su funcionamiento continuo. Su operación es suave, de fácil operar y de reparar, además posee más dispositivos de seguridad que otros medios de transporte. Ésta funciona en un sentido, lo cual programa automáticamente el movimiento del pasajero, manteniendo el orden y evitando la confusión. En particular, como el pasajero puede observar alrededor de sí, en el recorrido de una escalera, por ejemplo, en un almacén por departamentos o un centro comercial, esto induce al pasajero a realizar una posible compra, de igual manera, un bonito diseño de la escalera, realza mucho más los efectos de la decoración (Sánchez, 2011).

### 2.3.4. Propósito de la Escalera

Debido a las características con el cual cuenta la escalera mecánica, este equipo es comúnmente instalado en edificios, bancos, aeropuertos, terminales de buses, estaciones del metro, hoteles, plantas de producción, hospitales, restaurantes, teatros escuelas, almacenes por departamentos y en lugares de almacenamiento de materiales o silos con bandas de transporte (Sánchez, 2011).

Las escaleras en si otorgan un gran beneficio en su uso por debajo de su costo de operación, ya que permite movilizar a muchas personas en una distancia por su gran capacidad de transporte

A continuación, se describirán las características particulares que definen a las escaleras eléctricas con relación al uso en el cual operara:

- Centros Comerciales y almacén por departamentos:

  La escalera eléctrica es el medio de transporte más utilizado en un lugar como este y en comparación con otros medios de transporte este resulta ser el más sencillo. Su instalación y operación pueden realizarse cuando un proyecto se encuentre en desarrollo entre un 75%-85, todo esto por el beneficio que tiene la escalera de ocupar un espacio pequeño en el lugar definido.

- Lugares de transportes públicos urbanos (Estaciones de buses, metros, etc.):

  En estos lugares se hace necesario la instalación de estos equipos debido a su capacidad de aliviar la congestión de pasajeros entre los diferentes puntos de conexión dentro del terminal o de la estación, logrando así el transporte de muchas personas en un periodo de tiempo muy corto.

- Bancos:

  Para lograr un uso eficiente de los niveles de un edificio, más cuando el primer nivel es usado para otros propósitos y el segundo nivel es utilizado para brindar el establecimiento de un banco, es recomendable ubicar una escalera eléctrica para lograr un contacto directo con el público.

- Edificios de oficinas:

Algunas de las razones por lo que se ha venido utilizando las escaleras eléctricas en edificios de grandes oficinas, es por su área ocupada, la cual es muy pequeña, además por la reducción de gastos innecesarios y costos de personal, inclusive por la carga efectuada sobre el edificio que es diminuta y es un medio de transportar a las personas de una manera muy suave.

- Teatros y centros de recreación:

  Varias personas prefieren trasladarse desde un piso a otros dentro de un teatro o en un centro de recreación de una manera sencilla y que les facilite el acceso a lugares específicos, es por ello que es recomendable colocar y usar una escalera eléctrica, debido a que estos equipos permiten transportar a personas de una multitud muy concentrada en un corto tiempo (Sánchez, 2011).

### 2.3.5. Parámetros fundamentales de la Escalera Mecánica

Las características que se deben de tener en cuenta para el diseño de la estructura a montar y además de las características que debe tener una escalera eléctrica, son las siguientes:

- Ancho nominal del paso (ancho escalera)
- Huella y Contrahuella del paso
- Capacidad de movilización de pasajeros por hora
- Elevación y ángulo de inclinación
- Velocidad

### 2.3.6. Estructura y Elementos de la Escalera Mecánica

Una escalera eléctrica está conformada por un motor eléctrico, un reductor de velocidad y un freno, los cuales se encuentran localizados en la estación de fuerza. El reductor de velocidad está compuesto por un conjunto de engranajes del tipo sinfín con un dentado especial, todo esto otorga una

gran capacidad, operación suave, bajo ruido y una simplicidad por la estructura compacta con la que cuenta. Un acople flexible se encarga de conectar el eje del motor eléctrico con el reductor de velocidad, lo que ofrece beneficios en el ensamble de los elementos mecánicos y en el mantenimiento. La capacidad mecánica del motor eléctrico está calculada, en relación con la altura de la escalera y el ancho del paso (Sánchez, 2011).

En el pozo superior de la escalera eléctrica, se encuentran los siguientes elementos principales:

- Controlador del Motor Eje principal
- Partes de la Correa de Sostenimiento
- Rueda de fricción Paso
- Cadena de pasos Pasamanos

En el pozo inferior de la escalera eléctrica, se pueden encontrar los siguientes elementos:

- Balaustrada
- Perfil interior y cubierta de la balaustrada
- Guardapiés
- Rieles de guía
- Tapa de acceso Peines

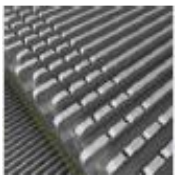
### 2.3.7. Dispositivo de Seguridad y Prevención

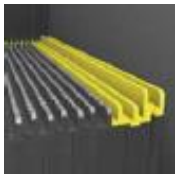
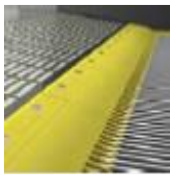
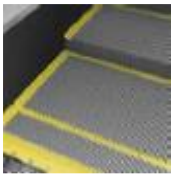
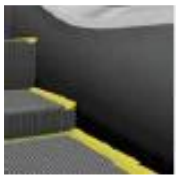
Las escaleras son máquinas con la única función de transportar a diversas personas, pero esto nos obliga a brindar un alto grado de seguridad requerida. Si por algún motivo la cadena de pasos y/o el controlador de la cadena, se llegaran a contraer o expandir, por fuera de un valor establecido, el motor se debe detener automáticamente en cuestión de segundos (Ver Tabla 2.6).

El factor de seguridad de la estructura y de las cadenas debe ser del orden de 5 veces y 10 veces a más respectivamente. Adicionalmente las escaleras mecánicas cuentan con varios dispositivos de seguridad que deben funcionar correctamente, en cualquier caso, estos elementos de seguridad deben ser detalladamente colocados en su lugar específico, a continuación, se mostrara algunos dispositivos de seguridad que se emplean en la instalación de este equipo: (Sánchez, 2011)

- Dispositivos de protección para ruptura o ensanchamiento de los pasos de la cadena motriz,
- Dispositivo de seguridad para pasos torcidos,
- Interruptor de seguridad por aumento de la distancia entre pasos y guardapiés,
- Dispositivo de seguridad para los peines,
- Dispositivo de seguridad para protección de dedos,
- Dispositivo de protección para la cadena de tracción,
- Control de velocidad de la escalera eléctrica,
- Luces de los pasos
- Display de fallas
- Dispositivo de lubricación

Tabla 2.6 Elementos integrados en una Escalera Mecánica Mitsubishi enfocados a la seguridad del pasajero (Lira, 2012).

| | |
|---|---|
|  | Surco colocado a lo largo del borde frontal del peldaño con la finalidad de mejorar la visibilidad y el antideslizamiento. |

| | |
|---|---|
|  | Línea de demarcación escalonada, a lo largo de ambos lados del peldaño mediante la extrusión de la superficie, evitando el acercamiento de usuarios en las orillas del peldaño y atrapamientos de ropa. |
|  | Dientes y peine con ángulo de 10° respecto a la horizontal para disminuir el riesgo de caer o quedar atrapados entre el peldaño y el peine. |
|  | Línea de color amarilla con el propósito de demarcar la partición de los peldaños. |
|  | El guarda-falda recubierto con una resina para reducir la fricción de los calzados que puedan hacer tropezar al usuario al entrar de entrar en contacto con la protección lateral. |
|  | Avisador de ingreso acústico. |
|  | Indicador de dirección luminoso. |

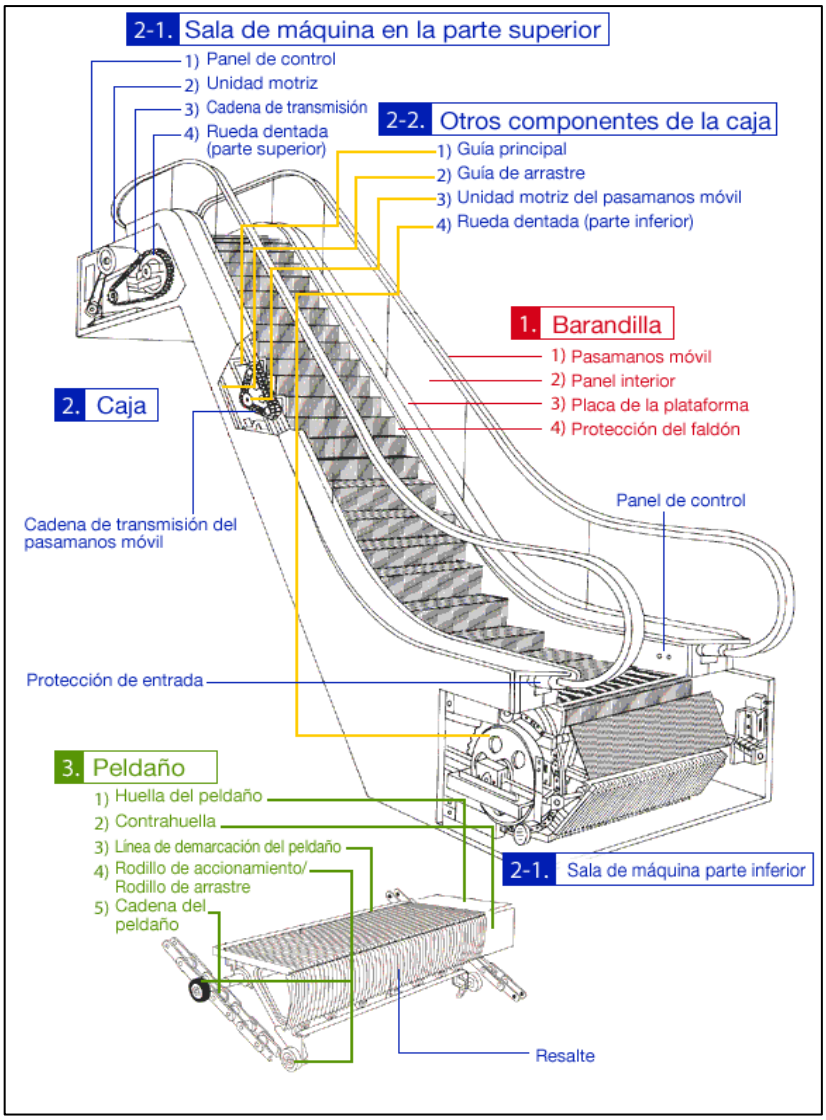



*Figura 2.7* Elementos superficiales y de seguridad de la Escalera Mecánica (Mitsubishi, 2017).

## 2.4. Puertas Automáticas

Las puertas automáticas correderas son actualmente una solución ideal para los problemas en la gestión de las personas tanto en ambientes colectivos como en los ambientes privados.

La automatización de las puertas se puede considerar como la máxima expresión tecnológica aplicada a los cerramientos, permitiendo que los movimientos cotidianos resulten más fáciles y más seguros. Se han diseñado especialmente para brindar un acceso rápido, seguro y controlado para las personas.

Los operadores han priorizados la seguridad de los usuarios y en consiguiente se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Menor impacto visual gracias a las reducidas dimensiones de sus modelos.
- Mayor adaptación con los espacios o conjuntos arquitectónicos.

### 2.4.1. Tipos de Puertas Automáticas

Existen distintos tipos de puertas entre las cuales se dividen en dos ramas debido a su aplicación:

#### 2.4.1.1. Puertas Automáticas de Garaje

Las puertas de garaje automáticas son muy utilizadas en la actualidad, las personas la usan debido a su comodidad y seguridad que estas presentan en su funcionamiento. No obstante, estas puertas están regidas bajo ciertas normas, estas normas tienen como objetivo proteger a los usuarios de accidentes, es por ello que las puertas que siguen estos estatutos tiene una marca de C.E.

Existen tipos de puertas de garaje automáticas como:

- Puertas Abatibles: Es uno de los sistemas más utilizados. Su funcionamiento se basa en una o dos hojas que pivotan sobre un eje vertical (Ver figura 2.8) (Euinstalaciones, 2016).

*Figura 2.8* P. Abatible por la mitad (Euinstalaciones, 2016)

- Puertas Correderas: Son una excelente opción cuando tenemos amplios huecos que cubrir y para accesos de uso intensivo, debido a su gran estabilidad tanto en el sistema de cierre como en su automatización (Ver figura 2.9). Para realizar la instalación de las puertas correderas se necesita tener un espacio que sea lo suficientemente amplio como para que al abrir la puerta no golpee en ningún extremo, logrando así que la apertura se realice del modo correcto (Euinstalaciones, 2016).

*Figura 2.9* Puerta Corredera (Euinstalaciones, 2016)

- Puertas basculantes: Existen diferentes modelos, estas dependerán principalmente del espacio de las plazas de garaje como también de las necesidades. El modelo que es más usado son los que funcionan levantando una hoja y se queda en la zona superior del garaje o de dos hojas que se pliegan y se quedan en la misma zona. Una cualidad de esta tipo de puerta es que ocupan poco espacio (Ver figura 2.10) (Euinstalaciones, 2016).

*Figura 2.10* Puerta Basculante (Euinstalaciones, 2016)

- Puertas enrollables: Tiene la forma de una persiana metálica, pero de grandes dimensiones, su sistema consiste en el que la puerta se recoge en la parte superior, normalmente en el interior de un tambor que tiene un travesaño horizontal, en el que la puerta está sujeta y alrededor del cual los paneles se van enrollando (Ver figura 2.11). Cuentan con la gran ventaja de la optimización de espacio (Euinstalaciones, 2016).

*Figura 2.11* Puerta Enrollable (Euinstalaciones, 2016)

- Puertas seccionales: Existe una gran variedad de formas en que estas se conforman, teniendo la cualidad de adaptarse a las necesidades de cada uno de los espacios de garajes que nos podemos encontrar. De todas ellas, posiblemente las más usadas con las que están conformadas por paneles que se ensamblan unos junto a otros y que pueden adaptarse a cualquier dimensión (Ver figura 2.12) (Euinstalaciones, 2016).

*Figura 2.12* Puerta Corredera (Euinstalaciones, 2016)

### 2.4.2. Puertas Automáticas Peatonales.

Las puertas automáticas peatonales pueden ser de una sola hoja o de dos hojas, pero el sistema de la puerta debe ser lo suficientemente amplia como para los paneles se deslicen o giren las pantallas laterales dependiendo del tipo de funcionamiento (Aramatica, 2011).

Existen diferentes tipos de puertas automáticas dentro de estas tenemos las siguientes:

- Puertas Telescópicas

  Tipo de puerta recomendada para áreas comerciales o ámbitos públicos en donde existe multitud de personas, es por ello que se requiere un tipo de puerta de funcionamiento continuo. En

lugares en las cuales se disponga de un espacio reducido, pero a su vez se aproveche con una mayor amplitud de paso en la zona central que con las puertas correderas. Una de sus facultades de este tipo de puerta son su apertura y cierre que se realizan de manera silenciosa, suave y controlada. Están especialmente diseñada para hoteles, centros comerciales, oficinas, hospitales, farmacias y también concesionarios (Ver figura 2.13) (Aramatica, 2011)

*Figura 2.13* Puerta Telescópica (Aramatica, 2011)

- Puertas en Ángulo

Este tipo de puerta se caracteriza por ser elegante y funcional, las puertas en ángulo son apreciables por brindar una mayor luminosidad por los vidrios trasparentes, también otorga una mayor libertad de movimiento y un gran ahorro de espacio en lugares de dimensiones reducidas. Aportan una flexibilidad y es programable en su configuración a cualquier entrada o salida de algún banco o edifico, logrando conseguir un toque estéticamente atractivo en cualquier instalación (Ver figura 2.14) (Aramatica, 2011).


*Figura 2.14* Puerta en Ángulo (Aramatica, 2011)

- Puertas Correderas

Estas puertas son muy polivalentes. Adicionalmente permiten una mayor adaptabilidad y un dimensionamiento a cualquier espacio establecido e indudablemente garantiza una alta calidad en su funcionamiento. En circunstancias de servicio urbano en las cuales es de manera intensiva, estas entregan la cualidad de un acceso ordenado, fluido y seguro por la zona central de la puerta. Su instalación es muy común en estaciones, residencias, supermercados, aeropuertos, grandes superficies, edificios públicos, hoteles, farmacias o para facilitar los desplazamientos de personas con movilidad reducida (Ver figura 2.15) (Aramatica, 2011).

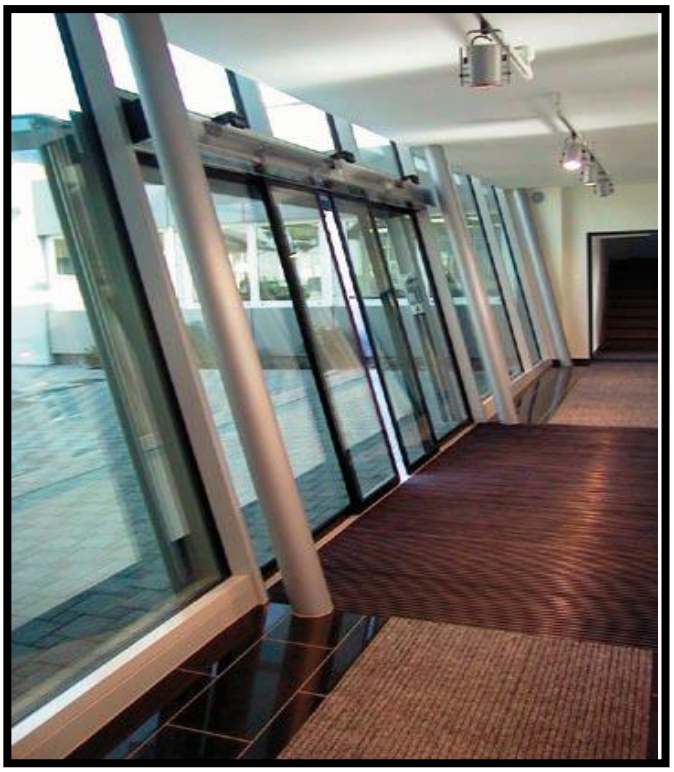


*Figura 2.15* Puerta Corredera (Aramatica, 2011)

- Puertas Antipánico

Se han diseñado especialmente para responder las exigencias del mercado que brindar sistemas de seguridad. Brindan a la perfección una facilidad de circulación de personas con la salida segura y ordenada en caso de evacuación. Su funcionamiento normal es del mismo comportamiento que una puerta corredera, pero en caso de emergencia, las hojas móviles se desplazan lateralmente logrando así una apertura total de la puerta. Son instaladas mayormente en edificios que requieran un alto nivel de seguridad, también en hospitales, edificios públicos, hoteles, grandes superficies, centros de salud, aeropuertos y estaciones (Ver figura 2.16) (Aramatica, 2011).

*Figura 2.16* Puerta Antipánico (Aramatica, 2011)

- Puertas batientes

Son caracterizados por su gran robustez y versatilidad. Los pasos de las personas se realizan de forma cómoda y funcional. Los mecanismos de la puerta están diseñados para facilitar la apertura y cierre tanto de las puertas exteriores como de las interiores, aun cuando poder llegar a ser de gran tamaño y peso. Son puertas utilizadas tanto para uso residencial como para el sector comercial y servicios (Ver figura 2.17) (Aramatica, 2011).

*Figura 2.17* Puerta Batiente (Aramatica, 2011)

- Puertas giratorias

Son reconocidas por su diseño, elegancia y tecnología. Son de fácil integración con la estructura de cualquier edificio. Les favorecen el equilibrio térmico que puede brindar entre el interior y el exterior de las instalaciones, esto se convierte en un ahorro de energía en calefacción en los lugares establecidos además evitan infiltraciones de polvo y suciedad debido a los cepillos sintéticos incorporados, situados debajo de la puerta. Son recomendadas su instalación en fachadas con líneas curva, empresas, hoteles y edificios públicos y lugares públicos donde la elegancia y la seguridad se combinan sin afectar en la circulación de personas (Ver figura 2.18) (Aramatica, 2011).

*Figura 2.18* Puerta Giratoria (Aramatica, 2011)

- Puertas Semicirculares

Este tipo de puertas curvilíneas permiten la fusión de funcionalidad y estética. Además, aportan elegancia y calidad, ofreciendo la máxima seguridad. Están diseñadas para que se monitoreen desde el interior para brindar un control de personas. Su forma semicircular hacer un uso racional del espacio disponible

establecido. Recomendadas para un edificio civil o público (Ver figura 2.19) (Aramatica, 2011).

*Figura 2.19* Puerta Semicirculares (Aramatica, 2011)

La puerta automática tratada en la realización de este trabajo son las Puertas Correderas.

### 2.4.3. Ventajas de las Puertas Automáticas

La puerta automática da un valor agregado para cualquier espacio de acceso de personas ya sea privada, de trabajo o comercial.

Algunas de las grandes ventajas ofrecidas por las puertas automáticas son que brindan comodidad, prestigio, seguridad, aprovechamiento de espacio, valorización del espacio y predisposición para la recepción del cliente en los establecimientos públicos y privados.

Además, las puertas automáticas son bellas y funcionales, las automatizaciones para puertas llegan a simplificar el procedimiento de la apertura y clausura de una puerta común desde la fase de proyecto porqué permiten la integración de las distintas soluciones disponibles para la obtención de las máximas prestaciones de la instalación (Automaticsystems, 2008).

### 2.4.4. Componentes de la Puerta Automática Corredera

Las partes de una puerta automática corredera de vidrio son las siguientes:

- Soporte Trasero: Fabricado en aluminio 6060 anodizado color plata, sobre este elemento se instalan todos los componentes de la automatización. La cubierta fabricada también en aluminio color plata, trabaja en conjunto para otorgar un aspecto moderno y elegante.
- Batería Antipánico: Comprende una tarjeta de funciones que va alojada en la central y una batería recargable fijada en la parte lateral del soporte trasero. Esto sistema permite la apertura de emergencia en caso de fallo de red eléctrica. La autonomía normal es de 10 maniobras efectivas. En caso de que sea necesario y útil, como alternativa de una salida de emergencia, se puede utilizar el sistema Antipánico, para que permita la apertura manual de las hojas en el sentido de salida del local (Logismarket, 2011).
- Caja de Control: Está compuesto por un microprocesador que realiza la gestión del movimiento de la puerta asegurando al máximo las prestaciones en cualquier condición de funcionamiento. Al encendido del equipo se activa inmediatamente la puerta sin tener que efectuar ninguna regulación manual, la central graba automáticamente todos los puntos de regulación de apertura-cierre, paro suave, entre otros. La caja de control está diseñada para facilitar la conexión de fotocélulas a través de una tarjeta programada para enviar la señal de apertura cuando se encuentra un cuerpo presente entre los sensores, también incorpora un avisador acústico para que el usuario detecte anomalías (Logismarket, 2011).
- Moto-reductor: El motor reductor incorporado garantiza una absoluta fiabilidad aún con el transcurso del tiempo y en condiciones de trabajo

muy dificultosas. Se acciona por medio de señales eléctricas que envía la caja de control en su apertura como su clausura de la puerta automática.

- Carro porta hojas: Es un elemento mecánico que sujeta las hojas de vidrio, estas cuentan con garruchas para su desplazamiento. Estas garruchas están compuestas de un rodamiento interno y en la parte externa una resina compuesta, haciendo que desprenda un líquido aceitoso al desgaste y proteja el riel de elementos no deseados.
- Riel: Comprende de una estructura sólida de aluminio en el cual se desplaza los carros porta hojas. Son desmontables debido a que sufren deformación.
- Polea Inversora: Piñón libre dentado que se encarga de brindar un punto de tensión de la correa dentada y servir como apoyo de los carros porta hojas (Logismarket, 2011).
- Correa dentada: Es una correa de goma que enlaza el moto-reductor con la polea inversora, en esta se encuentran montadas los carritos porta hojas para desplazar el sistema.
- Topes: Elementos metálicos en forma de L, su función es delimitar la apertura y clausura de la puerta automática (Logismarket, 2011).

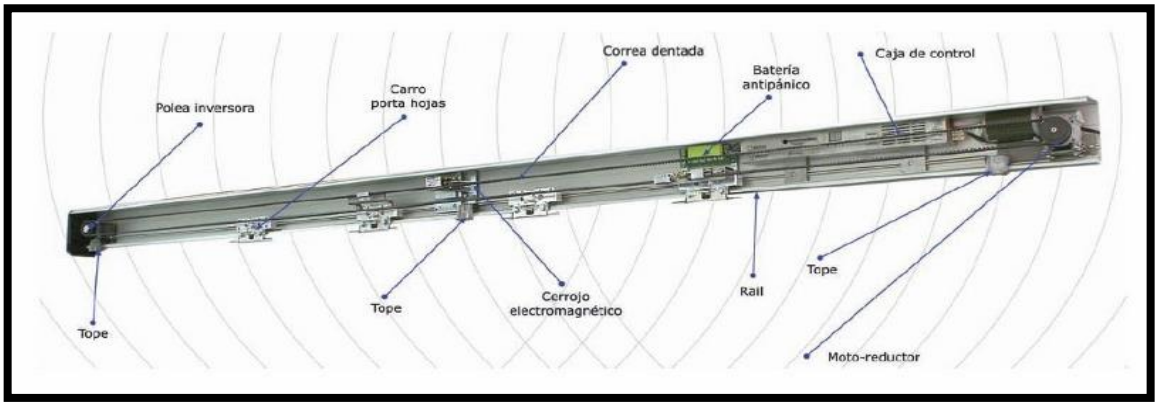



*Figura 2.20* Componentes de la Puerta Automática Corredera (Operador MICOMDOOR MI 50/100N, 2013).


*Figura 2.21* Sistema de Puerta Automática Marca Corsa (CAME, 2013).

En la figura 2.20 y figura 2.21 se pueden ver los componentes internos de las puertas automáticas peatonales.

### 2.4.5. Tipos de Puertas Correderas

Existen dos tipos de puertas:

- De una sola hoja (Ver Figura 2.22)

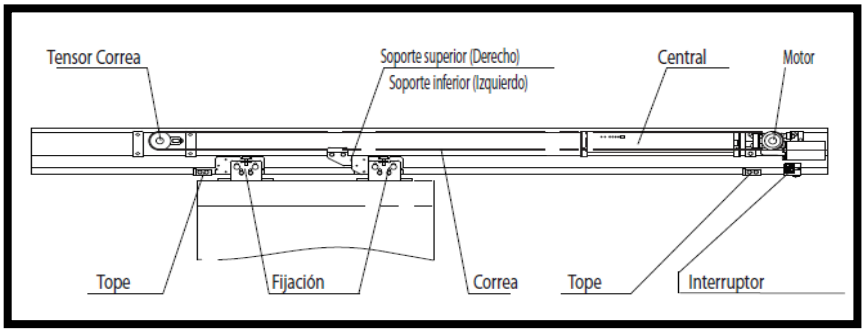



*Figura 2.22* Puerta Corredera de una sola hoja (Motorline, 2012).

- De dos hojas (Ver Figura 2.23)

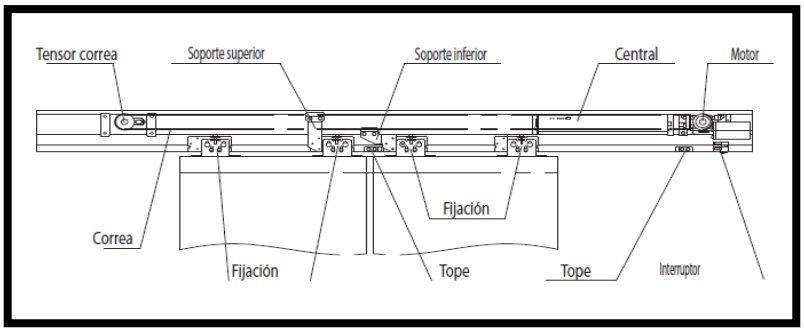



*Figura 2.23* Puerta Corredera de dos hojas (Motorline, 2012).

## 2.5. Herramientas de Análisis

### 2.5.1. Diagrama de Ishikawa

El diagrama Causa-Efecto es una herramienta para ordenar, de forma muy sintetizada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. El Diagrama Causa-Efecto es también llamado usualmente Diagrama de "Ishikawa" por su creador Kaoru Ishikawa, personaje experto en dirección de empresas con una visión de mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez.

Nos Permite obtener un conocimiento de un problema complejo. Es recalcable saber que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando se llega a contrastar estas teorías con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables.

Uno de los errores comunes al momento de desarrollar el análisis son construir el diagrama sin antes haber realizado un análisis global de los síntomas, limitar las teorías propuestas ocultando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores en el orden de teorías tanto como en la relación causal, suponiendo un gasto de tiempo importante (Ishikawa,1943).

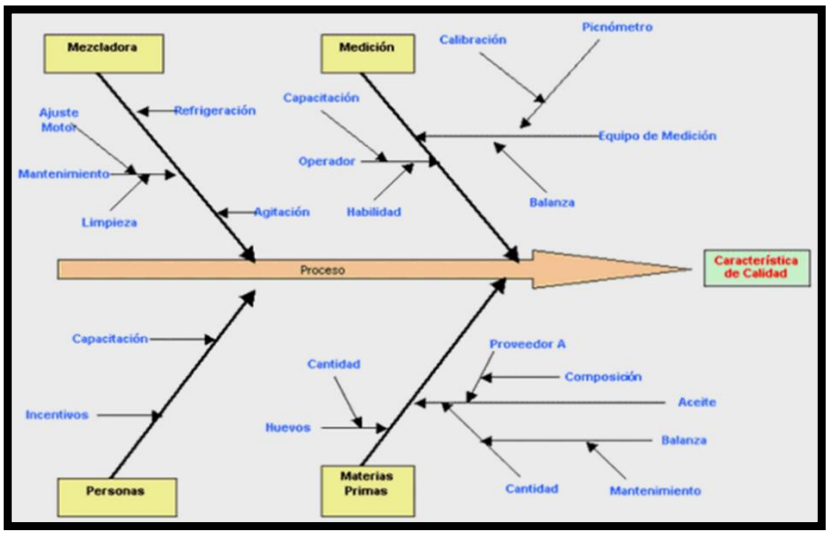



*Figura 2.24* Ejemplo de Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa, 1943).

### 2.5.2. Diagrama de Pareto (herramienta aplicada en el mantenimiento)

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades (Sales, 2006).

Se puede utilizar la Gráfica de Pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras:

- Para analizar las causas.
- Para estudiar los resultados.
- Para planear una mejora continua.
- Las Gráficas de Pareto son especialmente valiosas como fotos de "antes y después" para demostrar qué progreso se ha logrado. Como tal, la Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa

Dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el Diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías. Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la misma altura.

Otra dificultad es que se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad, por lo que un buen análisis e interpretación depende en su gran mayoría de un buen análisis previo de las causas y posterior recogida de datos. Como ejemplo se tiene la figura 2.25 de una gráfica en donde se establece en la categoría 4 como punto donde se encuentra el 80% de las fallas. (Sales, 2006).

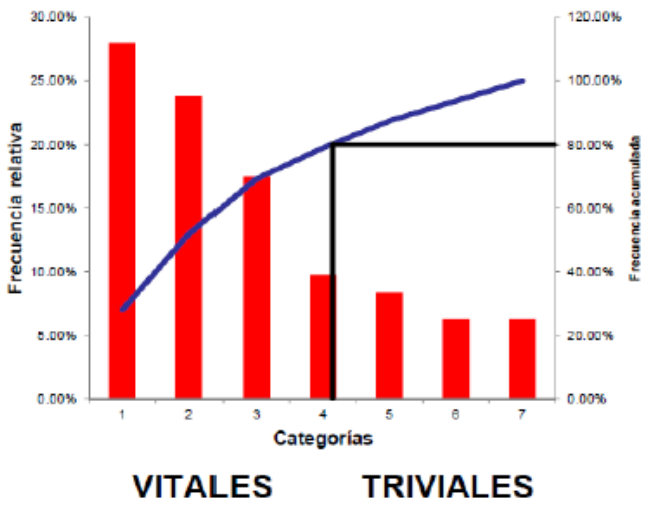



*Figura 2.25* Diagrama de Pareto (TECSUP, 2014a).

### 2.5.3. Indicadores Financieros

#### 2.5.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un indicador que forma parte del análisis beneficio costo, es decir, cuando se aplica en aquellos casos en que los beneficios de una inversión compensen a los costos.

El VAN es un indicador que muestra la riqueza adicional que genera un proyecto luego de cubrir todos sus costos en un horizonte determinado de tiempo, es decir, cuando se analiza una inversión, lo mínimo que se debe obtener es: cubrir sus costos.

Desde el punto de vista matemático el VAN acumula los beneficios y costos en el periodo cero (Valencia, 2011).

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^{N} \frac{Q_n}{(1+r)^n} \qquad (4)$$

Donde:

- VAN = Valor Actual Neto
- $Q_n$ = Representa los flujos de caja en cada periodo n
- I = Es el valor del desembolso inicial de la inversión
- n = Es el número de periodos considerado

- r = El tipo de interés

2.5.3.2. Tasa Interna de Rentabilidad

La tasa de rendimiento interno o también llamada tasa interna de rentabilidad "r" es un indicador financiero que se consta de actualizar e igualar a 0 el VAN. Los resultados son menos tediosos cuando se trata con flujos generados constantes pertenecientes a un proyecto que se desea realizar. Sin embargo, la mayor cantidad de los casos, los flujos generados por los proyectos son diferentes cada año.

Para detectar si un proyecto de inversión es confiable o no, se debe comparar la tasa interna de rendimiento (T.I.R.) del proyecto a tratar con el tipo de interés vigente en el tiempo actual en el mercado.

Si se llega a obtener en la diferencia un resultado positivo se puede llevar a cabo el proyecto (siempre que se tenga en cuenta el factor riesgo). Si el resultado de la diferencia es negativo nos define que el flujo generado no se puede hacer frente ni siquiera al coste del capital (al pago de los intereses por el uso de unos recursos financieros que se han tomado prestados).

En caso de tener varios proyectos, se escogerá aquel que tenga la mayor diferencia positiva (López, 2001).

$$TIR = i_1 + \left[\frac{P.(i_2 - i_1)}{VP + |VN|}\right] \qquad (5)$$

Donde:

- TIR = Tasa interna de retorno.
- VP = Es el VAN (positivo) a la tasa de actualización baja $i_1$.
- |VN| = Es el VAN (negativo) a la tasa de actualización baja $i_2$.
- $i_1$ = Tasa de actualización donde el VAN es positivo.
- $i_2$ = Tasa de actualización donde el VAN es negativo.

# CAPÍTULO 3

# MARCO METODOLÓGICO

## 3.1. Hipótesis

### 3.1.1. Hipótesis General

3.1.1.1. Si, se diseña los formatos de procedimiento de un plan de mantenimiento preventivo entonces, contribuirá al óptimo funcionamiento de las escaleras mecánicas y puertas automáticas del Consorcio Metropolitano de Lima S.A.C., 2016

### 3.1.2. Hipótesis Específicas

3.1.2.1. La construcción de los formatos de proceso operativos de un plan de mantenimiento preventivo permite optimizar el buen funcionamiento de los equipos y máquinarias.

3.1.2.2. La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo contribuye a garantizar una mayor disponibilidad de las escaleras mecánicas y puertas automáticas.

## 3.2. Variables

### 3.2.1. Definición Conceptual de las variables

#### 3.2.1.1. Variable Independiente

##### 3.2.1.1.1. El plan de mantenimiento preventivo

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales en mucho más económico aplicar una política puramente correctiva.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.

- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son, como ya se ha dicho, la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

3.2.1.2. Variable Dependiente

3.2.1.2.1. Escalera Mecánicas y Puertas Automáticas

- ESCALERA MECÁNICA

Las escaleras mecánicas o eléctricas son dispositivos de transporte, que consiste en una escalera inclinada, cuyos escalones se mueven hacia arriba o hacia abajo. La característica principal de estos equipos es de transportar a las personas sin que se tengan que mover, ya que los peldaños se mueven mecánicamente. Se usan para brindar comodidad y transportar rápidamente un gran número de personas entre los pisos de un edificio, especialmente en centros comerciales, aeropuertos, intercambiadores de transporte público (metro, autobuses urbanos), etc.

- PUERTAS AUTOMATICAS

Las puertas automáticas modernas sustituyen a las antiguas de tipo manual pero la ventaja es que para remplazar estas últimas no se necesita de obra manual; las puertas manuales de los ascensores dificultan el acceso a personas que tienen sus manos ocupadas o sufren de alguna discapacidad motriz y es por eso que precisan una apertura automática.

Este problema queda resuelto mediante la instalación de una puerta automática que se adapta a las necesidades del individuo que usa el elevador; actualmente los diseños de estos elevadores son telescópicos de 4 hojas de apertura central; las puertas se abren y cierran mediante u operador de alto rendimiento y funcionamiento silencioso, las ventajas más significativas radican en la fiabilidad, funcionamiento, seguridad y estética.

## 3.3. Indicadores

### 3.3.1. Indicadores de la Variable Independiente

Tabla 3.1 Indicadores de la variable independiente

| Variable Independiente | Indicadores |
|---|---|
| Plan de Mantenimiento | - Número de Ordenes de Trabajo<br>- Número de horas estimadas de trabajo<br>- Índice de cumplimiento de la planificación<br>- Coste de mano de obra por equipo<br>- Coste de repuestos |

### 3.3.2. Indicadores de la Variable Dependiente

Tabla 3.2 Indicadores de la variable dependiente

| Variable Dependiente | Indicadores |
|---|---|
| Escaleras Mecánicas y Puertas Automáticas | - Índice de Disponibilidad<br>- Índice de fallas<br>- Mantenibilidad de los equipos<br>- Tiempo promedio entre fallas (MTBF)<br>- Índice de operatividad |

## 3.4. Metodología

### 3.4.1. Tipos de estudio

El tipo de investigación por el propósito o finalidad que persigue se define como investigación aplicada, por tener carácter práctico o empírico.

### 3.4.2. Diseño de investigación

La metodología que se utiliza es de manera transversal de causalidad.

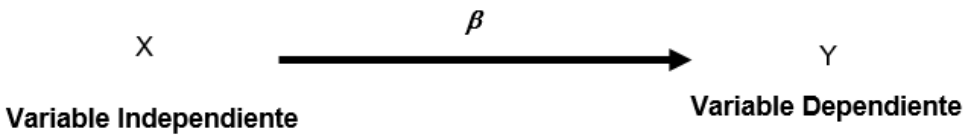



Figura 3.1 Esquema de la Metodología Transversal

### 3.4.3. Método de investigación

El método realizado en este proyecto es una investigación cuantitativa, debido a que al finalizar todos los resultados serán demostrados por un esquema financiero en el cual ser podrá observar la reducción en los costes de reparación y compra de repuestos.

# CAPÍTULO 4

# METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

4.1. Análisis Situacional.

La empresa Protransporte contaba con una diversidad de equipos electromecánicos, de entre los cuales sus principales equipos usados a diario por los usuarios son las puertas automáticas, ascensores y escaleras mecánicas. Estos equipos principalmente debían encontrarse en buen estado y en un óptimo funcionamiento, pero fue todo lo contrario, algunos equipos se encontraban detenidos por meses (Ver figura 4.1 y figura 4.2) y otros se encontraban averiados por falta de un cambio de componentes o ruptura de los mismos (Ver figura 4.3 y figura 4.4).

*Figura 4.1* Puerta Automática de Estación Angamos averiada (Alvac, 2017).

Todos estos equipos se regían por una política de mantenimiento correctivo no controlado, ocasionando todo esto malestares para los usuarios y también costos por reparación altos para la empresa. A su vez, el hecho de depender de un mantenimiento correctivo de los equipos ocasionaba que los materiales y repuestos se agotaran con facilidad, ocasionando que se deba dejar los equipos detenidos por un periodo medianamente largo que dependía de la llegada de los repuestos en si para su colocación.

*Figura 4.2* Puerta Automática Auxiliar de Estación Canaval y Moreyra averiada por faja destensada (Alvac, 2017).

Algunos repuestos tardaban días y otros tardaban meses, tal como llego a suceder en la Estación Central en donde se encontraron en la escalera mecánica los elementos como peldaños y peines dañados, por lo cual se debía realizar el pedido de los repuestos desde china, generando la detención del equipo por aproximadamente 1 mes (Ver figura 4.3).

*Figura 4.3* Escalera Mecánica de Estación Central (Sur Oeste) detenida por daño grave (Alvac, 2017).

Estas reparaciones ocasionaban un gran gasto para la empresa, y daba lugar a reclamos por parte de los administradores de las estaciones del Metropolitano por lo que se necesitaba llevar un mayor control de los equipos para evitar estos problemas.

*Figura 4.4* Escalera Mecánica de Estación Central (Sur Este) detenida por faja pasamanos dañada (Alvac, 2017).

Los técnicos operarios solo realizaban un mantenimiento rutinario a los equipos, el cual solo consistía en una limpieza y lubricación (Ver figura 4.5), mas no se realizaba una inspección o verificación de los diferentes elementos tanto para detectar un juego o daño para su pronto reemplazo.

*Figura 4.5* Mantenimiento rutinario a Escalera Mecánica (Alvac, 2017).

Se realizó un diagrama de causa – efecto, en donde se expone las posibles causas que ocasionan la ineficiencia de la ejecución del mantenimiento correctivo como única política de mantenimiento para los equipos (Ver Figura 4.6).

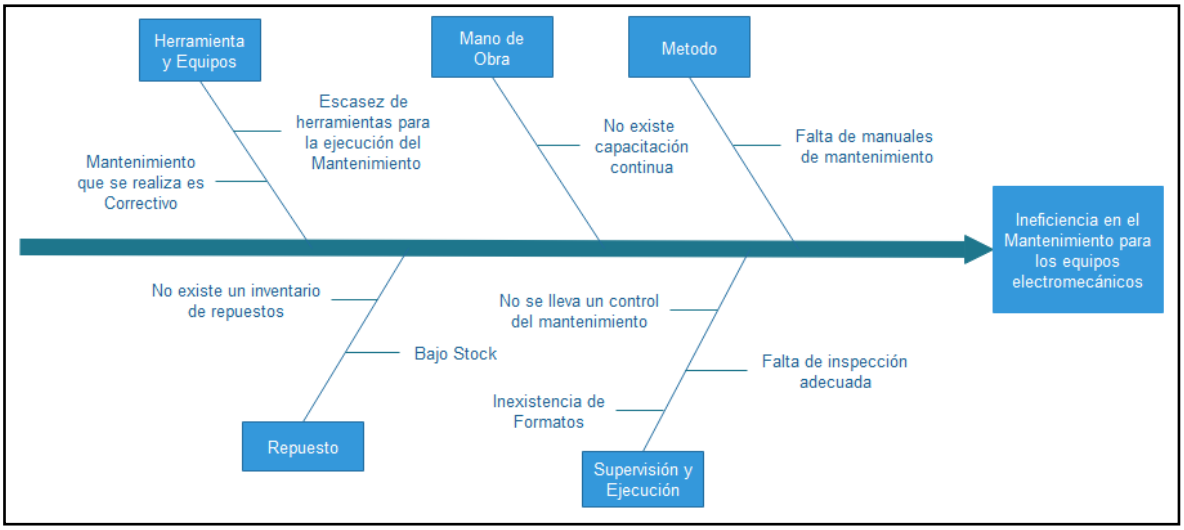



*Figura 4.6* Diagrama Causa-Efecto del área de mantenimiento (Elaboración propia, 2017)

Era totalmente necesario plantearse otra alternativa para evitar los dichosos paros inesperados que dejan a los equipos inoperativos por un tiempo significante, y aún más enfocándolo en los equipos que son utilizadas por los usuarios y que ponen en riesgo su seguridad.

4.2. Alternativas de Solución.

Para poder solucionar el problema que tiene el Consorcio Metropolitano nos planteamos dos alternativas de solución que son las siguientes:

- Realizar mantenimientos predictivos: Se planteó desarrollar un plan de mantenimiento predictivo el cual nos daría mayor oportunidad de reaccionar a la falla que origina los mantenimientos correctivos del Consorcio Metropolitano pero este mantenimiento nos daría utilizar herramientas especiales para inspeccionar y monitorear el estado de cada equipo en lo cual conlleva a tener que realizar la compra de los instrumentos, lo que nos llevar a hablar del tema de costo y también a la poca experiencia del personal utilizando estos instrumentos especiales, es por ello que se desistió el desarrollo de un plan de mantenimiento predictivo.

- Realizar mantenimientos preventivos: Se planteó desarrollar un plan de mantenimiento preventivo debido a los costos del mantenimiento y la experiencia de nuestro personal eran los indicados y harían viables esta alternativa, además se realizarán capacitaciones a nuestros operarios para poder prevenir fallas indicaría una mejora para la empresa, así nosotros reduciremos el costo de los mantenimientos correctivos y le daremos a la empresa Protransporte una mayor disponibilidad de las máquinas.

## 4.3. Solución del problema.

En esta sección mostraremos los pasos a seguir para el diseño del plan de mantenimiento preventivo (MP) para las puertas automáticas y escaleras mecánicas:

- Inventario de equipos
- Identificar y definir los puntos críticos de las máquinas.
- Expresar los indicadores de mantenimiento antes de efectuar las actividades del plan de mantenimiento preventivo.
- Programación del plan de mantenimiento.
- Determinación de los costos de mantenimiento preventivo.
- Expresar los indicadores de mantenimiento después de efectuar las actividades del plan de mantenimiento preventivo.
- Formatos diseñados para el control del plan de mantenimiento preventivo.

### 4.3.1. Inventario de equipos

El primer trabajo que se debe desarrollar es realizar un inventario de las máquinas que tienen la empresa Protransporte en el Consorcio Metropolitano.

La empresa Protransporte cuenta con 1088 equipos, los cuales se mencionará detalladamente en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Inventario de los equipos en el Consorcio Metropolitano (Alvac, 2017).

| N° | EQUIPO | CANT |
|---|---|---|
| 1 | Puertas Automáticas | 540 |
| 2 | Escaleras Mecánicas | 8 |
| 3 | Ascensores | 23 |
| 4 | Motobomba | 1 |
| 5 | Grupos Electrógenos Estacionales | 7 |
| 6 | Grupos Electrógenos Móviles | 22 |
| 7 | Electrobombas | 46 |
| 8 | Tanque hidroneumático | 11 |
| 9 | Extractores de Monóxido | 4 |
| 10 | UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) | 68 |
| 11 | Tableros Eléctricos | 288 |
| 12 | Tableros de Control | 21 |
| 13 | Dampers Motorizados | 21 |
| 14 | Transformadores de Aislamiento | 28 |

De estos equipos se realizó una codificación para identificar rápidamente el lugar y estado en la que se encontraban en un inicio, además con el motivo de filtrar información recopilada por los técnicos operarios y distinguir cuáles son sus puntos críticos de cada equipo. La codificación viene a darse de la siguiente manera:

Tabla 4.2 Codificación por zona en la que se encuentra las estaciones del metropolitano (Alvac, 2017).

| ZONA | Código |
|---|---|
| NORTE | N |
| CENTRO | C |
| VIA EXPRESA | V |
| SUR | S |

Tabla 4.3 Codificación de Estaciones en relación a la zona NORTE que lo limita (Alvac, 2017).

| ESTACIÓN (ZONA NORTE) | CODIGO |
|---|---|
| PATIO NORTE | **PN** |
| ESTACIÓN NARANJAL | **NJ** |
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | **IZ** |
| ESTACIÓN PACÍFICO | **PF** |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | **IN** |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | **JZ** |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | **TV** |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | **MG** |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | **HD** |
| ESTACIÓN UNI | **UN** |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | **PT** |
| ESTACIÓN CAQUETA | **CQ** |

Tabla 4.4 Codificación de Estaciones en relación a la zona CENTRO que lo limita (Alvac, 2017)

| ESTACIÓN (ZONA CENTRO) | CODIGO |
|---|---|
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | **DM** |
| ESTACIÓN QUILCA | **QL** |
| ESTACIÓN ESPAÑA | **EP** |
| ESTACIÓN CENTRAL | **EC** |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | **RC** |
| ESTACIÓN TACNA | **TC** |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | **UO** |
| ESTACIÓN COLMENA | **CO** |

Tabla 4.5 Codificación de Estaciones en relación a la zona VIA EXPRESA que lo limita (Alvac, 2017)

| ESTACIÓN (ZONA VIA EXPRESA) | CODIGO |
|---|---|
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | **EN** |
| ESTACIÓN MÉXICO | **MX** |
| ESTACIÓN CANADÁ | **CD** |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | **JP** |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | **CM** |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | **AB** |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | **DO** |
| ESTACIÓN ANGAMOS | **AG** |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | **RP** |
| ESTACIÓN BENAVIDES | **BV** |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | **JL** |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | **PL** |

Tabla 4.6 Codificación de Estaciones en relación a la zona SUR que lo limita (Alvac, 2017)

| ESTACIÓN (ZONA SUR) | **CODIGO** |
|---|---|
| ESTACIÓN BALTA | **BT** |
| ESTACIÓN BULEVAR | **BU** |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | **EU** |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | **EM** |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | **FT** |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | **RV** |
| ESTACIÓN MATELLINI | **MA** |
| PATIO SUR | **PS** |

Tabla 4.7 Codificación de Equipos que cuenta la empresa Protransporte (Alvac, 2017)

| EQUIPOS | CODIGO |
|---|---|
| PUERTAS AUTOMÁTICAS | **PA** |
| ESCALERAS ELECTRICAS | **ES** |
| ASCENSOR | **AS** |
| MOTOBOMBA | **MT** |
| GRUPOS ELECTRÓGENOS | **GE** |
| ELECTROBOMBAS | **EL** |
| TANQUE HIDRONEUMATICO | **TH** |
| EXTRACTORES DE MONOXIDO | **EX** |
| S. ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDO (UPS) | **UP** |
| TABLEROS ELECTRICOS | **TE** |
| DAMPERS MOTORIZADOS | **DA** |
| TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO | **TA** |

Tabla 4.8 Codificación del número de puerta automática dentro de un embarque (Alvac, 2017)

| N° TIPO | DESCRIPCIÓN DEL TIPO | TIPO |
|---|---|---|
| 1 | PUERTA DE INGRESO 1 | **PI1** |
| 2 | PUERTA DE INGRESO 2 | **PI2** |
| 3 | PUERTA DE INGRESO 3 | **PI3** |

Tabla 4.9 Codificación del Sentido u Orientación en la que se encuentra dentro de la estación cada equipo (Alvac, 2017)

| SENTIDO TIPO ELEMENTO | CODIGO |
|---|---|
| NORTE A SUR | S |
| SUR A NORTE | N |
| NOR OESTE | NO |
| NOR ESTE | NE |
| TRONCAL NORTE | TN |
| CENTRO | C |
| TRONCAL SUR | TS |
| SUR OESTE | SO |
| SUR ESTE | SE |

Tabla 4.10 Codificación para designación de embarque en la que se localizan las Puertas Automáticas (Alvac, 2017)

| | N° EMBARQUE | CODIGO |
|---|---|---|
| ESTACIÓN TRONCAL | 1 | E1 |
| | 2 | E2 |
| | 3 | E3 |
| | 4 | E4 |
| | 5 | E5 |
| | 6 | E6 |
| | 7 | E7 |
| | 8 | E8 |
| | 9 | E9 |
| | 10 | E10 |
| ALIMENTADORES | 1 | A1 |
| | 2 | A2 |
| | 3 | A3 |
| | 4 | A4 |
| | 5 | A5 |
| | 6 | A6 |
| | 7 | A7 |
| | 8 | A8 |
| | 9 | A9 |
| | 10 | A10 |
| | 11 | A11 |
| | 12 | A12 |
| | 13 | A13 |
| | 14 | A14 |
| | 15 | A15 |
| | 16 | A16 |
| | 17 | A17 |
| | 18 | A18 |
| PUERTAS AUXILIARES | 1 | AUX1 |
| | 2 | AUX2 |

Tabla 4.11 Estructura de la codificación para cada equipo del Consorcio Metropolitano (Alvac, 2017)

| | ZONA | ESTACIÓN | ELEMENTO | SENTIDO | N° ELEMENTO / TIPO | N° EMBARQUE / UBICACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PUERTA AUTOMATICA | V | JP | PA | N | PI3 | E1 |
| ESCALERA | C | EC | ES | SE | | |
| ASCENSOR | C | DM | AS | N | | |
| MOTOBOMBA | C | EC | MT | C | | |
| GRUPO ELECTROGENO | S | MA | GE | C | | |
| ELECTROBOMBAS | C | EC | EB | S | | |
| TANQUE HIDRONEUMATICO | S | MA | TH | S | | |
| EXTRAC. DE MONOXIDO | C | EC | EM | SE | | |
| SISTE. DE ALIMENTACION (UPS) | V | CM | UP | S | | |
| TABLERO ELECTRICO | V | JP | TE | S | | |
| TABLEROS DE CONTROL | C | EC | TL | TN | | |
| DAMPERS MOTORIZADOS | C | EC | DA | TS | | |
| TRANS. DE AISLAMIENTO | C | EC | TA | N | | |

Con esta codificación que se realizó para inventariar cada equipo resulto en beneficio para tener un mayor control e historial de cada reparación registrada por los técnicos operarios.

#### 4.3.1.1. Ficha Técnica de datos de las Puertas Automáticas

En la tabla 4.12 se muestran los datos técnicos de las puertas automáticas dependiendo de la configuración que presenten, ya sea de una sola hoja o de dos hojas, estos equipos son los más utilizados diariamente en el Consorcio Metropolitano para brindar seguridad a los usuarios. Es por ello que cuenta con 540 puertas automáticas en sus 37 estaciones que conforman el corredor segregado de alta capacidad (COSAC-I).

Tabla 4.12 Datos técnicos de las Puertas Automáticas Marca RODEO (Alvac S.A., 2017)

**Datos Tecnicos de Puerta Automática**

Estación: Central — Marca: RODEO
Codigo: CECPASPI3E7 — Dirección: SUR

| Datos | Descripción | |
|---|---|---|
| Peso de hoja | Max. 150kg. | Max. 300kg. |
| Longitud | 1.25m | 2x1.5m |
| Tipo de Uso | Uso Intensivo | |
| Tipo de instalaciones | Montaje en seperficie | |
| Alimentación | AC220V +/-, 50 ~ 60 | |
| Velocidad de apertura | 300 ~ 500 mm/s (Ajustable) | |
| Velocidad de cierre | 250 ~ 500 mm/s (Ajustable) | |
| Tiempo de retroceso | < 1s | |
| Fuerza Anti-Viento | >70N | |
| Fuerza bloqueo electrónico | Aproximadamente 800N | |
| Potencia motor | 100W | |
| Consumo en Standby | Aproximadamente 10W | |
| Temperatura de funcionamier | .- 30° C 50° C | |

4.3.1.2. Ficha Técnica de datos de las Escaleras Mecánicas

En la tabla 4.13 y 4.14 se muestran los datos técnicos de las escaleras mecánicas dependiendo de la localización que presenten, estos equipos son utilizados diariamente para el transporte de los usuarios Es por ello que cuenta con 8 escaleras mecánicas en sus dos estaciones importantes, Estación Central (Centro) y Estación Matellini (Sur) del corredor segregado de alta capacidad (COSAC-I).

Tabla 4.13 Datos técnicos de la Escalera Mecánica Marca Otis

(Alvac, 2017)

**Datos Tecnicos de Escalera Mecánica**

Estación: Matellini — Marca: OTIS
Codigo: SMAESNO — Dirección: Subida

| Parte | Item | Contenido |
|---|---|---|
| Especificaciones Basicas | Inclinación (°) | 35° |
| | Desnivel a Salvar (H) | 6 m |
| | Ancho de escalón (mm) | 800 |
| | Escalores horizontales | 2 |
| | Velocidad (m/s) | 0.5 |
| | Alimentación | 380V |
| | Arranque estrela - Tri | Angulo |
| | Ancho de escalera (mm) | 1345 |
| | Entorno de instalación | Interior |
| Chasis | Anchura (mm) | 1400 |
| | Altura de chasis en nivel superior (mm) | 1040 |
| | Altura de chasis en nivel inferior (mm) | 1040 |
| | Material | Perfil angular de acero |
| Balaustrada | Paneles laterales | Vidrio Templado de seguridad (10mm) vertical |
| | Altura de balaustrada en embaque y desembarque (mm) | 1000 |
| | Pasamanos | De goma con alma de acero y capa de nylon para deslizamiento |
| | Color | Negro |
| | Guía de pasamanos | Nylon (1.5mm) |
| | Cubierta interior y exterior | Acero Inoxidable estriado recto(1.2mm) |
| | Entrada de pasamanos | Molde de plastico reforzado |
| Cadena de escalones | Carga de rotura | 9 TN |
| | Diametro de ruedas | 76mm |
| | Paso de eslabón | 135.4mm |
| | Longitud total de la cadena | 30mts |
| Escalón | Material | Aluminio fundido a presión |
| | Demarcación | Ninguna |
| Pisadera | Peine | Aluminio fundido a presión |
| | Placa portapeine | Acero inoxidable ranurado con perfil antideslizante |
| | Placas de embarque | Acero inoxidable ranurado con perfil antideslizante |
| Metodo de Operación | Tipo de Operación | Llave de puesta en marcha reversible (subida/bajada) con botón de parada de emergencia en ambos extremos |
| | Posición | En comienzo y fin de rodapié |
| Tracción | Cadena Tractora | Cadena doble Paso 35mm |
| | Freno de servicio | Freno electromecánicos, 300 N |
| | Reductor | Corona Sin Fin |
| | Motor | Asícrono trifásico de 6 polos |
| Lubricación | Sistema de Lubricación | Automática |
| Otros | Dispositivos estandares de seguridad | Botones de Parar (2) |
| | | Altavoces de alarma (1) |
| | | Contacto rotura de cadena de tracción (1) |
| | | Contacto rodapié (4) |
| | | Contacto entrada pasamanos (1) |
| | | Contacto rotura de cadena peldaños (2) |
| | | Contacto de hundimiento de escalón (2) |
| | | Contactor ausencia escalón (2) |
| | | Contacto apertura pisadera (2) |
| | | Contacto peines (4) |
| | | Relé de defecto de fase (1) |
| | | Contacto de sobretemperatura de motor (1) |
| | | Bloqueo en inspección (2) |
| | | Sensor velocidad motor y detección inversión de marcha (1) |
| | | Cepillo anti-estático escalón (3) |
| | | Barreras de protección de escalón en fosos (2) |
| | | Rodillo anti-estático pasamanos (2) |
| | | Dispositivo elevación de cuadro (1) |
| | | Escalón en acero de acceso a foso (2) |
| | | Freno de servicio (1) |

Tabla 4.14 Datos técnicos de la Escalera Mecánica Marca BLT (Alvac, 2017)

**Datos Tecnicos de Escalera Mecánica**

Estación: Central
Codigo: CECESSE
Marca: BLT
Dirección: Subida

| Parte | Item | Contenido |
|---|---|---|
| Especificaciones Basicas | Inclinación (°) | 30° |
| | Desnivel a Salvar (H) | 5.5 m |
| | Ancho de escalón (mm) | 800 |
| | Escalores horizontales | 2 |
| | Velocidad (m/s) | 0.5 |
| | Alimentación | 380V |
| | Arranque estrela - Tri | Angulo |
| | Ancho de escalera (mm) | 1345 |
| | Entorno de instalación | Interior |
| Chasis | Anchura (mm) | 1400 |
| | Altura de chasis en nivel superior (mm) | 1040 |
| | Altura de chasis en nivel inferior (mm) | 1040 |
| | Material | Perfil angular de acero |
| Balaustrada | Paneles laterales | Vidrio Templado de seguridad (10mm) vertical |
| | Altura de balaustrada en embaque y desembarque (mm) | 1000 |
| | Pasamanos | De goma con alma de acero y capa de nylon para deslizamiento |
| | Color | Negro |
| | Guía de pasamanos | Nylon (1.5mm) |
| | Cubierta interior y exterior | Acero Inoxidable estriado recto(1.2mm) |
| | Entrada de pasamanos | Molde de plastico reforzado |
| Cadena de escalones | Carga de rotura | 9 TN |
| | Diametro de ruedas | 70mm |
| | Paso de eslabón | 130mm |
| | Longitud total de la cadena | 30mts |
| Escalón | Material | Aluminio fundido a presión |
| | Demarcación | Perfil de plastico Amarillo |
| Pisadera | Peine | Plastico Amarillo |
| | Placa portapeine | Plastico Amarillo |
| | Placas de embarque | Acero inoxidable ranurado con perfil antideslizante |
| Metodo de Operación | Tipo de Operación | Llave de puesta en marcha reversible (subida/bajada) con botón de parada de emergencia en ambos extremos |
| | Posición | En comienzo y fin de rodapié |
| Tracción | Cadena Tractora | Cadena doble Paso 35mm |
| | Freno de servicio | Freno electromecánicos, 300 N |
| | Reductor | Corona Sin Fin |
| | Motor | Asícrono trifásico de 6 polos |
| Lubricación | Sistema de Lubricación | Automática |
| Otros | Dispositivos estandares de seguridad | Botones de Parar (2) |
| | | Altavoces de alarma (1) |
| | | Contacto rotura de cadena de tracción (1) |
| | | Contacto rodapié (4) |
| | | Contacto entrada pasamanos (1) |
| | | Contacto rotura de cadena peldaños (2) |
| | | Contacto de hundimiento de escalón (2) |
| | | Contactor ausencia escalón (2) |
| | | Contacto apertura pisadera (2) |
| | | Contacto peines (4) |
| | | Relé de defecto de fase (1) |
| | | Contacto de sobretemperatura de motor (1) |
| | | Bloqueo en inspección (2) |
| | | Sensor velocidad motor y detección inversión de marcha (1) |
| | | Cepillo anti-estático escalón (2) |
| | | Barreras de protección de escalón en fosos (2) |
| | | Rodillo anti-estático pasamanos (2) |
| | | Dispositivo elevación de cuadro (1) |
| | | Escalón en acero de acceso a foso (2) |
| | | Freno de servicio (1) |

### 4.3.2. Análisis de los equipos

El segundo paso para diseñar un mantenimiento preventivo acoplado a la antigüedad de los equipos es analizar los puntos críticos que presentan un gran problema para la empresa Protransporte, ocasionando que los equipos se detengan por un largo tiempo. Es por ello que es esencial poder ver las fallas de cada equipo que presentan una criticidad elevada, para poder observar estas fallas se utilizara el diagrama de Pareto en las máquinas de tienen un historial de averías prolongado, este análisis de fallas que originan el desarrollo de un mantenimiento correctivo serán analizadas para poder dar una solución a futuro, se explicara un diagrama de Pareto para una de las máquinas designadas en este trabajo tomando como objetivo enfoque de mantenimiento preventivo.

Todos estos datos son recolectados por un seguimiento de los equipos por parte de los técnicos operarios como el área de calidad, todo esto para poder ver cuál de todos los equipos se encuentran en estado crítico a la hora de hacerle el mantenimiento preventivo.

- Diagrama de Pareto de la Puerta Automática

  En la Tabla 4.15 podemos visualizar las diferentes fallas correctivas que afectan a la disponibilidad de las puertas automáticas, el cual son necesarias para brindar seguridad a los usuarios.

  Cabe resaltar que la data con el cual se trabajara, tiene una anterioridad de 5 meses, brindándonos así una serie de fallas dentro de cada estación. Para facilidades del trabajo se sintetizo en una data promedio de fallas que se registraron dentro de cada estación.

Es por ello que nosotros identificamos las fallas más comunes en la máquina y lo llevamos a generar el diagrama de Pareto de dicha máquina.

Tabla 4.15 Promedio de Frecuencia de fallas de puertas automáticas ocurridas en cada estación del Consorcio Metropolitano (Elaboración Propia, 2015)

| Causa | Frecuencia | %Acumulado |
|---|---|---|
| Garrucha deformada o dañada | 62 | 45% |
| Ruptura de Soporte de Garrucha | 48 | 79% |
| Faja dentada Suelta | 12 | 88% |
| Peineta desajustada | 6 | 92% |
| Tarjeta de Funciones averiada | 5 | 96% |
| Sensores de seguridad dañados | 3 | 98% |
| Guía de Piso rota | 3 | 100% |

En la figura 4.7 utilizamos la herramienta del diagrama de Pareto para poder observar las fallas con mayor frecuencia que llegan a ocurrir en los equipos, con esta herramienta se evaluara para definir el formato de inspección técnica y actividades de mantenimiento preventivo necesaria para disminuir la frecuencia de fallas y aumentar la disponibilidad de las máquinas. Con la finalidad de erradicar la política del mantenimiento correctivo no controlado y que se vuelva en una política de mantenimiento preventivo planificado.

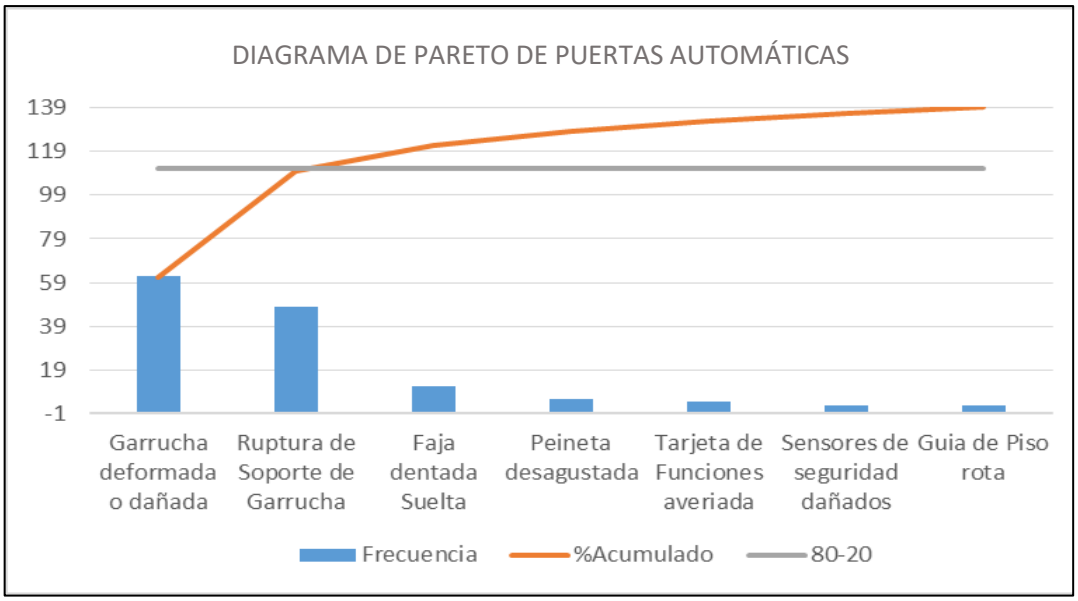



*Figura 4.7* Diagrama de Pareto de la Puerta automática (Elaboración propia ,2017)

Se puede visualizar en el diagrama de Pareto de las puertas automáticas el acumulado de las frecuencias de fallas que ocurren en el equipo, lo cual nos define el punto óptimo hasta donde debemos resolver las fallas. Sin embargo, se pretende diseñar un plan de mantenimiento preventivo completo para resolver todas las fallas detectadas, pero enfocándolo en si en la resolución del punto 80 – 20 del diagrama de Pareto.

- Diagrama de Pareto de la Escalera Mecánica

En la Tabla 4.16 podemos visualizar las diferentes fallas correctivas que afectan a la disponibilidad de las escaleras mecánicas, en la cual es muy utilizada por los usuarios para su transporte tanto fuera o en el interior de la estación.

Es por ello que nosotros identificaciones las fallas más comunes en la máquina y lo llevamos a generar el diagrama de Pareto de dicha máquina. De igual manera la data registrada tiene anterioridad de 5 meses.

Tabla 4.16 Promedio de Frecuencia de fallas ocurridas en las Escaleras Mecánicas del Consorcio Metropolitano (Elaboración Propia, 2015)

| Causa | Frecuencia | %Acumulado |
|---|---|---|
| Falla por desalineamiento de Peldaños | 9 | 38% |
| Sobre-recalentamiento del moto-reductor | 5 | 58% |
| Sensor de faja pasamanos averiado | 3 | 71% |
| Porta peines desnivelado | 3 | 83% |
| Cadena de arrastre averiada | 2 | 92% |
| Fuente alimentadora averiada | 1 | 96% |
| Faja pasamanos deteriorada | 1 | 100% |

En la figura 4.8 utilizamos la herramienta del diagrama de Pareto para poder observar las fallas con mayor frecuencia que llegan a ocurrir en las escaleras mecánicas que se encuentran en las estaciones principales del consorcio Metropolitano, con esta herramienta se evaluara para definir el formato de inspección técnica y actividades de mantenimiento preventivo necesaria para disminuir la frecuencia de fallas y aumentar la disponibilidad de las máquinas. Con la finalidad de erradicar la política del mantenimiento correctivo no controlado y que se vuelva en una política de mantenimiento preventivo planificado.

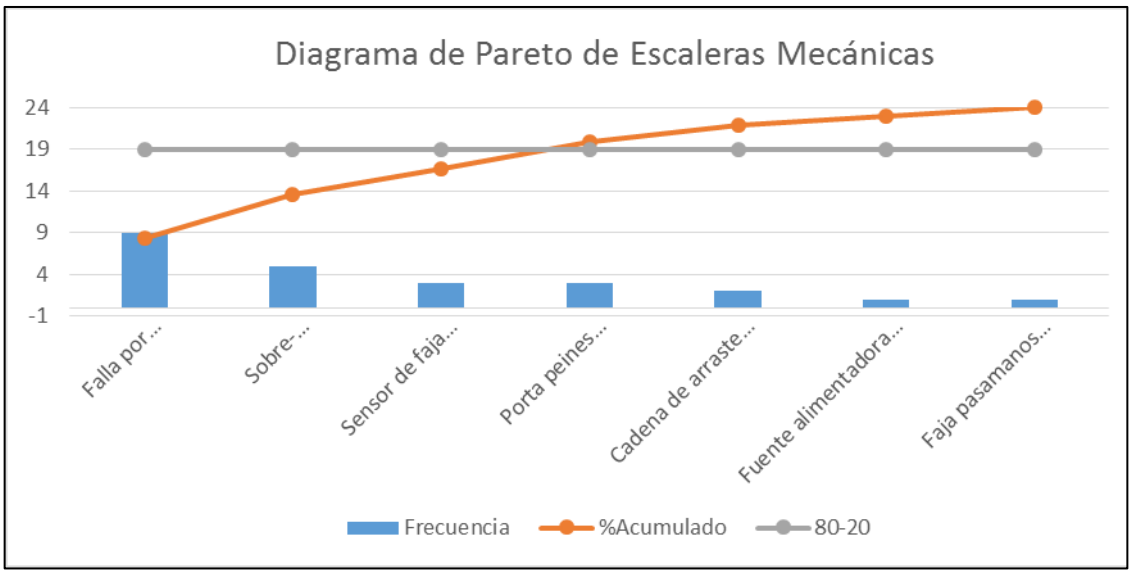



*Figura 4.8* Diagrama de Pareto de Escaleras Mecánicas (Elaboración propia, 2017)

Se puede visualizar en el diagrama de Pareto de las escaleras mecánicas el acumulado de las frecuencias de fallas que ocurren en el equipo, con esto podemos definir cuál es el punto óptimo para resolver un 80% de fallas que ocurren en el equipo. De la misma manera se pretende diseñar un plan de mantenimiento preventivo completo para resolver todas las fallas detectadas, pero enfocándolo en si en la resolución del punto 80 – 20 del diagrama de Pareto.

### 4.3.3. Programación del plan de mantenimiento

La empresa Protransporte no cuenta con manuales o catálogos de las puertas automáticas y escaleras mecánicas constituyendo en una dificultad al tener que planear actividades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes.

Por ello se tendrá que diseñar las actividades y programación para desarrollarlas conforme a las causantes de las fallas de los equipos que se han detallado en los diagramas de Pareto. Además, se trabajó en conjunto con el área técnica para el diseño de las actividades del plan de mantenimiento preventivo, tengamos en cuenta que este programa de mantenimiento preventivo que se detallara es en el inicio del año 2017 por lo cual es un programa tipo estático. Este programa mediante su desarrollo se volvió del tipo dinámico a causa de los check list que llenaban los técnicos operarios y de las inspecciones que se realizaron sobre las puertas automáticas y escaleras mecánicas, dando a lugar a una nueva planificación de las actividades de mantenimiento preventivo para su mayor eficacia.

La programación permitirá saber cuándo se llevará a cabo el próximo mantenimiento.

Para empezar con la programación se definirá lo siguiente:

- Las máquinas trabajan 17 horas diarias.
- Los mantenimientos preventivos se estiman realizarlo por las noches partiendo desde las 23:00 horas hasta las 06:00 horas del día próximo.

En la tabla 4.17 y 4.18 se visualiza las actividades de mantenimiento y el tiempo definido para cada intervención para el mantenimiento preventivo correspondiente a cada equipo en cuestión.

Tabla 4.17 Programación de actividades y tiempos del plan de mantenimiento preventivo para puertas automáticas (Alvac, 2017).

ALVAC **Mantenimiento Preventivo de Puertas Automaticas** Metropolitano

**AUTORIZADO POR: ING. ALFREDO TREMOLADA LASTRA** **SUPERVISOR: FRANK NEYRA CACHI**

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO | PERIODOS DE MANTENIMIENTO | | |
|---|---|---|---|
| **AJUSTE** | **MENSUAL** | **TRIMESTRAL** | **SEMESTRAL** |
| Polea de Tensión | | X | |
| Topes | | X | |
| Carros de deslizamiento | X | | |
| Antidescarrilamiento | X | | |
| Guias de Suelo | X | | |
| **LIMPIEZA** | | | |
| Carril de desplazamiento | X | | |
| Lentes de fotocélulas | X | | |
| Sensores de detección de bus | X | | |
| Aspiración y limpieza general | | X | |
| **VERIFICACIÓN** | | | |
| Calentamiento de motor | X | | |
| Carga de bateria | X | | |
| Desgaste de ruedas | X | | |
| Tensión de la faja | | | X |
| Cableado | | | X |
| Estado de los vidrios | | | X |
| Cepillos y/o Juntas | | X | |
| **FUNCIONAMIENTO** | | | |
| Fotocélulas | | X | |
| Controlador | | X | |
| Sensores de seguridad | | X | |
| Pulsador de Apertura de Emergencia | X | | |
| Bateria | X | | |
| Señales acusticas | X | | |
| Señales luminosas | X | | |
| Semáforo | X | | |
| Sensores de detección de bus | X | | |

Tabla 4.18 Programación de actividades y tiempos del plan de mantenimiento preventivo para escaleras mecánicas (Alvac, 2017).

**Actividades para el Mantenimiento Preventivo de Escaleras Mecánicas**

Autorizado por: Ing. Alfredo Tremolada

Supervisor: Frank Neyra Cachi

| Actividad | | Periodos de Mantenimiento | |
|---|---|---|---|
| **General** | **Específica** | **MENSUAL** | **CUATRIMETRAL** |
| Controlador | Evaluar inversor de giro | x | |
| | Evaluar inicio marcha sin ruidos | x | |
| | Estado de Tapas de Pozos infe. y supe. | x | |
| | Sincronización pasamanos (tensión) | x | |
| | Evaluar switch principal y motor | x | |
| | Evaluar nivel de aceite y relay sobrecarga | x | |
| | Evalua relés y contactores | x | |
| Lubricación | Llene con aceite lubricante | x | |
| | Lubrique pines freno y verificar giro libre | | x |
| | Prueba inversión giro y evaluar ruido | | x |
| | Lubrique cadena pasos y limpie roller | | x |
| | Reductor revisar estado de aceite | | |
| | Cambio de Aceite cada 2000 horas | x | |
| Freno | Reductor revisar zapata | | x |
| | Comprobar distancia de frenado | | x |
| Seguridad | Prueba inversión giro y evaluar ruido | x | |
| | Evalúe llave arranque y boton parada | x | |
| | Evaluar tolerancia pasos y panel laterales | x | |
| | Compruebe funcionamiento tren de pasos | | x |
| | Funcionamiento switch entrada pasamanos | x | |
| | Funcionamiento switch seguridad de tapas | x | |
| | Funcionamiento switch placas de peine | x | |
| | Funcionamiento del sensor falta de pasos | x | |
| | Funcionamiento botón de stop | x | |
| Pasamanos | Evaluar rueda fricción de pasamanos | | x |
| | Lubrique cadena principal de pasamanos | | x |

### 4.3.4. Elaboración de mantenimiento preventivo mensual

En la tabla 4.19 y 4.20 vemos una proyección de un año para el desarrollo de los programas de mantenimiento para las máquinas, aclarando que en el tema de las puertas automáticas se viene a desarrollar por estación.

La tabla también nos muestra cuanto tiempo se lleva a realizar las actividades de mantenimiento por lo que se requiere tener en cuenta la complejidad para desarrollarlas.

Tabla 4.19 Programación del plan de mantenimiento preventivo para puertas automáticas de las 36 estaciones del Consorcio Metropolitano (Alvac, 2017).

| ALVAC | | Plan de Mantenimiento de Puertas Automaticas | | | | | | | | | | | | Metropolitano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aprobrado: Ing. Alfredo Tremolada L. | | | | | | | | | | | | Supervisor Mecánico: Frank Neyra C. | | |
| EMBARQUES | | ESTACIONES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| PRESENTES | FUNCIONAN | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN IZAGUIRRE | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN PACÍFICO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN INDEPENDENCIA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN LOS JAZMINES | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN TOMAS VALLE | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN EL MILAGRO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN HONORIO DELGADO | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | ESTACIÓN UNI | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | ESTACIÓN CAQUETA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN 2 DE MAYO | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 2 | ESTACIÓN QUILCA | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4 | ESTACIÓN ESPAÑA | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10 | ESTACIÓN CENTRAL | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4 | ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | ESTACIÓN TACNA | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | ESTACIÓN COLMENA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN MÉXICO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN CANADÁ | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5 | ESTACIÓN JAVIER PRADO | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ARAMBURÚ | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ANGAMOS | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN RICARDO PALMA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN BENAVIDES | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN 28 DE JULIO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN BALTA | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN BULEVAR | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ESTADIO UNION | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 26 | ESTACIÓN MATELLINI | | | | | | | | | | | | |

Tabla 4.20 Programación del plan de mantenimiento preventivo para Escaleras Mecánicas de las 2 estaciones principales del Consorcio Metropolitano (Alvac, 2017).

**Plan de Mantenimiento de Escaleras mecánicas**

**Aprobrado: Ing. Alfredo Tremolada L.** — **Supervisor Mecánico: Frank Neyra C.**

| UBICACIÓN | Equipo | ENE | | | | FEB | | | | MAR | | | | ABR | | | | MAY | | | | JUN | | | | JUL | | | | AGO | | | | SEP | | | | OCT | | | | NOV | | | | DIC | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ESTACIÓN CENTRAL | CECESNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| | Cuatrimestral | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | CECESNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| | Cuatrimestral | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | CECESSE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | CECESSO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN MATELLINI | SMAESNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| | SMAESNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| | SMAESSE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | SMAESSO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mensual | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | |
| | Cuatrimestral | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |

### 4.3.5. Formatos de control del plan de mantenimiento preventivo

Los siguientes formatos que se presentaran en este informe de suficiencia profesional serán para poder desarrollarse correctamente un plan de mantenimiento preventivo, estos formatos nos entregaran una data importante para mejorar, inspeccionar y trabajar los datos reales que no tiene la empresa Protransporte, todo esto con el objetivo de monitorear los indicadores de mantenimiento definidos y con la idea de implementar otros indicadores futuros que no se han visto en este informe de suficiencia, todo estos formatos nos brindaran un mayor control de nuestros equipos y en consecuencia le dará a la empresa una mayor utilidad realizando la implementación de los formatos del plan de mantenimiento preventivo.

- Formato de control de mantenimiento preventivo

  En la hoja de control de inspección que se presenta en la Figura 4.21 y 4.22, son los formatos utilizados para monitorear las actividades programadas que se deben realizar en los equipos designados.

  Todos estos formatos nos darán al área de mantenimiento datos indispensables para contemplar una futura falla y además de comprar los repuestos necesarios para el próximo mantenimiento preventivo.

  En este check list de operarios se podrán analizar todos los datos ya mencionados de una manera óptima y supervisada por los inspectores de mantenimiento.

Tabla 4.21 Formato de Check List de técnicos operarios de Puertas Automáticas (Elaboración propia, 2017)

ALVAC

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PUERTAS AUTOMATICAS**

Metropolitano

**Aprobado por:** Ing. Alfredo Tremolada L.

**Supervisor:** Frank Neyra C.

| ESTACIÓN | EMBARQUE |
|---|---|
| JAVIER PRADO | E1 - SUR |

**ACTIVIDADES TRIMESTRALES**

| | FEBRERO | MAYO | AGOSTO | NOVIEMBRE |
|---|---|---|---|---|
| **Ajuste** | | | | |
| ❖ Carros de deslizamiento | | | | |
| ❖ Antidescarrilamiento | | | | |
| ❖ Guías del suelo | | | | |
| **Limpieza** | | | | |
| ❖ Carril de desplazamiento | | | | |
| ❖ Lentes de Fotocélulas | | | | |
| ❖ Sensores de detección de buses | | | | |
| **Verificación** | | | | |
| ❖ Calentamiento del motor | | | | |
| ❖ Carga de batería | | | | |
| ❖ Desgaste de Ruedas | | | | |
| **Funcionamiento** | | | | |
| ❖ Pulsador de Emergencia | | | | |
| ❖ Batería | | | | |
| ❖ Señales Acústicas | | | | |
| ❖ Señales Luminosas | | | | |
| ❖ Semáforo | | | | |

**ACTIVIDADES SEMESTRALES**

| | MAYO | NOVIEMBRE |
|---|---|---|
| **Ajuste** | | |
| ❖ Poleas de Tensión | | |
| ❖ Topes | | |
| **Limpieza** | | |
| ❖ Aspiración y Limpieza General | | |
| **Verificación** | | |
| ❖ Cepillo y/o Juntas | | |
| ❖ Tensión de faja | | |
| ❖ Cableado | | |
| ❖ Estado del Vidrio | | |
| **Funcionamiento** | | |
| ❖ Controlador | | |
| ❖ Sensores de Seguridad | | |

**Encargado del Mantenimiento**

| FEBRERO | MAYO | AGOSTO | NOVIEMBRE |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Fecha: | Fecha: | Fecha: | Fecha: |

Tabla 4.22 Formato de Check List de técnicos operarios del mantenimiento preventivo de Escaleras Mecánicas (Elaboración propia, 2017)

ALVAC

## Mantenimiento Preventivo de Escaleras Mecánicas

Metropolitano

**APROBADO POR:** Ing. Alfredo Tremolada L.

**SUPERVISOR:** Frank Neyra C.

| FABRICANTE | OTIS | ESTACIÓN | MATELLINI - TRONCAL |
|---|---|---|---|
| CODIGO | 67NE3417 | SENTIDO | DESCENSO |

**ACTIVIDADES MENSUALES**

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verificar el nivel de aceite en el sistema de lubricación. | | | | | | | | | | | | |
| Comprobar el estado y ajuste de la chapa de peines. | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza, verificación y calibración general de los elementos eléctricos. | | | | | | | | | | | | |
| Verificar el estado y holgura que presenta la cadena de transmisión. | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza superficial y verificación de alineamiento de los peldaños | | | | | | | | | | | | |
| Comprobar el funcionamiento y sincronización de la faja pasamanos | | | | | | | | | | | | |
| Verificar el funcionamiento del control de maniobra y de los interruptores de parada de emergencia. | | | | | | | | | | | | |

**ACTIVIDADES GENERALES**

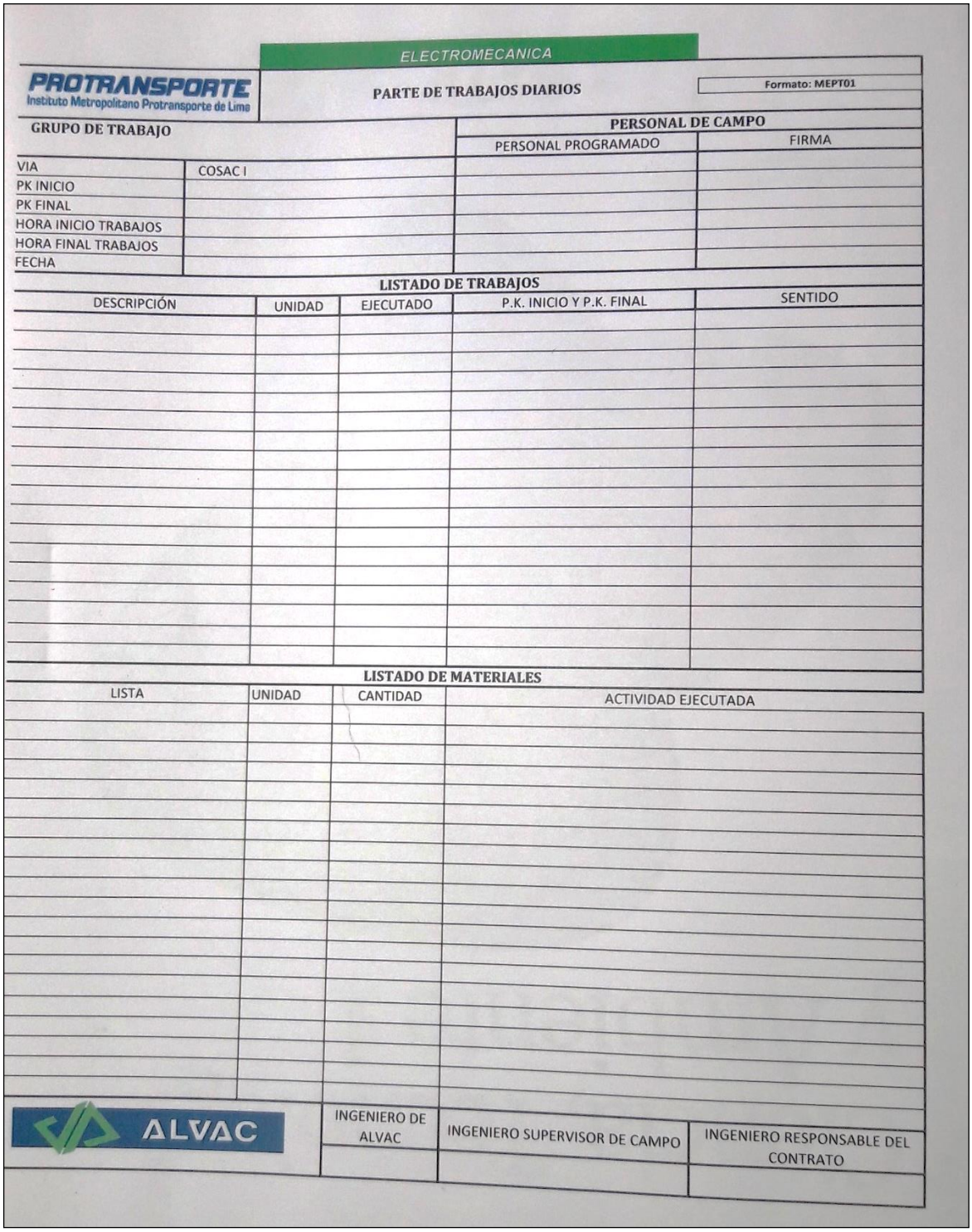
| | FEBRERO | JUNIO | OCTUBRE |
|---|---|---|---|
| Mantenimiento de tableros eléctricos de fuerza de las escaleras. | | | |
| Limpieza de Pozo superior e inferior. | | | |
| Verificar el funcionamiento de los elementos y dispositivos de seguridad. | | | |
| Limpieza y desengrase de Peldaños | | | |
| Ajustar la altura de los pisos y porta-peines. | | | |
| Verificación de funcionamiento del sistema de lubricación automática | | | |
| Limpieza y sellado de filtraciones de aceite de reductor y sistemas de lubricación | | | |
| Verificar estado de pasamanos interna y externamente. | | | |

- Hoja de Orden de Trabajo

La orden de trabajo que se presenta en la figura 4.9 es general para todos los equipos del consorcio Metropolitano, pero este formato de orden de trabajo a diferencia de los que tiene establecido la empresa Protransporte esta nueva orden de trabajo brinda la posibilidad de mencionar lo que el técnico operario pueda identificar una posible falla en el equipo, de esta manera nos estará retroalimentando de información y poder planificar en un futuro mantenimiento preventivo la acción correctiva detallada y así aprovechar la detención del equipo en horas útiles.

Además, esta orden de trabajo le otorgara al técnico la posibilidad de requerir repuestos, suministros y herramientas necesarias para que él pueda realizar el mantenimiento preventivo con una mayor eficacia.

Esta orden de trabajo ira de la mano con el check list de inspección, ya que en esta se podrá planificar y programar la posible falla, además retroalimentar nuestro historial de mantenimiento por equipos y alimentar los indicadores de mantenimiento que se explicará más adelante.



ELECTROMECANICA

PROTRANSPORTE
Instituto Metropolitano Protransporte de Lima

PARTE DE TRABAJOS DIARIOS

Formato: MEPT01

| GRUPO DE TRABAJO | | PERSONAL DE CAMPO | |
|---|---|---|---|
| | | PERSONAL PROGRAMADO | FIRMA |
| VIA | COSAC I | | |
| PK INICIO | | | |
| PK FINAL | | | |
| HORA INICIO TRABAJOS | | | |
| HORA FINAL TRABAJOS | | | |
| FECHA | | | |

LISTADO DE TRABAJOS

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | EJECUTADO | P.K. INICIO Y P.K. FINAL | SENTIDO |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

LISTADO DE MATERIALES

| LISTA | UNIDAD | CANTIDAD | ACTIVIDAD EJECUTADA |
|---|---|---|---|
| | | | |

ALVAC

| INGENIERO DE ALVAC | INGENIERO SUPERVISOR DE CAMPO | INGENIERO RESPONSABLE DEL CONTRATO |
|---|---|---|
| | | |

*Figura 4.9* Formato de Parte de Trabajo (Alvac S.A, 2017)

- Manuales para el Plan de mantenimiento

Se desarrollaron manuales de mantenimiento describiendo las actividades a realizar sobre el mantenimiento preventivo de las puertas automáticas y escaleras mecánicas. Estos manuales se pueden visualizar en el Anexo 1.

- Informe de Mantenimiento Preventivo

Los informes de mantenimiento preventivo se realizan mensualmente para el jefe del departamento de mantenimiento electromecánico, para que pueda revisar los indicadores de mantenimiento y observaciones encontradas en los equipos.

Adicionalmente de los costos por mantenimiento y cumplimiento de los trabajos programas vs los realizados.

- Formato de Inspección Técnica

Después de identificar las fallas de los equipos en los diagramas de Pareto, se desarrollará un formato de inspección técnica como vemos en la tabla 4.23 y 4.24 donde el personal supervisor evaluará la condición de los componentes que puedan causar alguna falla y con esto se logrará planificar un próximo reemplazo en las horas no útiles, reduciendo así las paradas de mantenimiento correctivo por fallas y a su vez implementando una política de mantenimiento correctivo planificado, con esto también nos entregara la confianza de tener una mayor disponibilidad y vida útil de los equipos.

Tabla 4.23 Formato de Inspección Técnica para Puertas Automáticas (Alvac S.A, 2017)

ALVAC

**FICHA DE INSPECCIÓN DE PUERTA AUTOMÁTICA**

Metropolitano

| INSPECCIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FECHA INSPECCIÓN | FUNCIONAMIENTO | | | | ESTADO | | | | LIMPIEZA | ESTADO GENERAL |
| CÓDIGO ELEMENTO | FECHA dd.mm.aaaa | Velocidad de Apertura | Sistema Automático de Apertura y Cierre | Rieles y Fajas | Dispositivo de seguridad | Rieles y Fajas | Soporte y Garrucha | Cableado | Elementos Visibles | Rieles y Guías | Malo - Regular - Bueno |
| | | | | | | | | | | | |

Tabla 4.24 Formato de Inspección Técnica para Escaleras Mecánicas (Alvac S.A, 2017)

ALVAC

FICHA DE INSPECCIÓN DE ESCALERA MECÁNICA

Metropolitano

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | INSPECCIÓN |
| | FECHA INSPECCIÓN | FUNCIONAMIENTO | | | | | ESTADO | | | LIMPIEZA | ESTADO GENERAL |
| CÓDIGO ELEMENTO | FECHA dd.mm.aaaa | Pasamanos | Interruptor de Parada de Emergencia | Peldaños | Sistema de Lubricación Automatica | Dispositivo de Seguridad | Plataforma y Elementos no Moviles | Pasamanos | Chapa de Peines | Peldaños | Malo - Regular - Bueno |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

# CAPÍTULO 5

# ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

## 5.1. Indicadores de Mantenimiento

### 5.1.1. Indicadores de mantenimiento actual

En el siguiente apartado se designará indicadores de mantenimiento para los equipos de la empresa Protransporte la cual no cuenta con ningún sistema de gestión de mantenimiento, estos indicadores se encuentran enfocados en el historial de 5 meses que tiene la empresa Protransporte en sus partes diarias sobre las reparaciones de los equipos, todo esto para poder elaborar estos indicadores que se basaran en el antes de cómo se encuentra la empresa y más adelanten se mostrara los indicadores futuros que se desea tener aplicando las actividades del plan de mantenimiento preventivo. Se necesita aclara que, debido al gran tamaño de la data presente en las puertas automáticas, se realzara el estudio de los indicadores de la forma de promedios ponderados. De igual manera se manejará el de las escaleras mecánicas. Se les definirá los indicadores de mantenimiento a los siguientes equipos:

#### 5.1.1.1. Puertas Automática

Todas las tablas en donde se indica las horas por mantenimiento correctivo y horas de trabajo real, se encuentran en el ANEXO 2, debemos resaltar que las horas del mantenimiento rutinario (Mantenimiento Preventivo) para las puertas automáticas son de aproximadamente 6 horas por estación, pero hay que indicar que estas horas no se encuentran dentro del tiempo total de funcionamiento, debido a que se realiza durante las horas no laborables del equipo, esto nos servirá para poder hallar los indicadores de mantenimiento de las puertas automáticas.

En la tabla 5.1 se muestra la disponibilidad promedio de las estaciones del consorcio metropolitano para así obtener la disponibilidad promedio total de las puertas automáticas.

Tabla 5.1 Tabla de disponibilidad promedio de las estaciones del consorcio Metropolitano (Alvac, 2016)

| Estación | Cantidad de Puertas | Disponibilidad Promedio por Estación |
|---|---|---|
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | 12 | 99.56% |
| ESTACIÓN PACÍFICO | 12 | 99.63% |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | 12 | 99.56% |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | 12 | 99.85% |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | 12 | 99.93% |
| ESTACIÓN UNI | 18 | 99.89% |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN CAQUETA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN QUILCA | 18 | 99.67% |
| ESTACIÓN ESPAÑA | 18 | 99.85% |
| ESTACIÓN CENTRAL | 30 | 99.93% |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | 18 | 99.56% |
| ESTACIÓN TACNA | 6 | 99.81% |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | 6 | 99.93% |
| ESTACIÓN COLMENA | 6 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN MÉXICO | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN CANADÁ | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | 15 | 99.67% |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | 15 | 99.89% |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | 12 | 99.56% |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | 12 | 99.63% |
| ESTACIÓN ANGAMOS | 15 | 99.89% |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN BENAVIDES | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | 12 | 99.85% |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | 12 | 99.93% |
| ESTACIÓN BALTA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN BULEVAR | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | 12 | 99.67% |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN MATELLINI | 24 | 99.67% |
| Disponibilidad Promedio Total | | 99.68% |

La tabla 5.2 nos visualiza el indicador de tiempo promedio entre fallas (MTBF), con este indicador nos define el tiempo con la cual aparece una nueva falla a partir de la última reparación, lo que nos importa de este indicador es que permita visualizar el promedio de una posible falla que podría darse en el equipo para así poder planificar una actividad antes de que falle el componente o elemento y poder realizar un reemplazo del mismo a través de un mantenimiento preventivo. Además, se podría generar una gestión de repuestos necesarios para dichos equipos que presentan un mayor MTBF.

Todo esto es para asegurar la disponibilidad del equipo y darle un mayor tiempo de vida útil a los equipos críticos e importantes, lo ideal que puede representar este indicador es que el promedio de falla sea más largo en beneficio para la empresa Protransporte.

Tabla 5.2 Tabla de Tiempo medio entre fallas de las estaciones del consorcio Metropolitano (Alvac, 2016)

| Estación | Cantidad de Puertas | MTBF Promedio por Estación (Hrs.) |
|---|---|---|
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | 12 | 772 |
| ESTACIÓN PACÍFICO | 12 | 639 |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | 12 | 758 |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | 12 | 667 |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | 12 | 722 |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | 12 | 346 |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | 12 | 673 |
| ESTACIÓN UNI | 18 | 882 |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | 12 | 679 |
| ESTACIÓN CAQUETA | 12 | 772 |
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | 12 | 639 |
| ESTACIÓN QUILCA | 18 | 758 |
| ESTACIÓN ESPAÑA | 18 | 579 |
| ESTACIÓN CENTRAL | 30 | 782 |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | 18 | 1200 |
| ESTACIÓN TACNA | 6 | 922 |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | 6 | 898 |
| ESTACIÓN COLMENA | 6 | 635 |
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | 12 | 1103 |
| ESTACIÓN MÉXICO | 12 | 850 |
| ESTACIÓN CANADÁ | 12 | 930 |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | 15 | 800 |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | 15 | 678 |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | 12 | 758 |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | 12 | 782 |
| ESTACIÓN ANGAMOS | 15 | 883 |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | 12 | 772 |
| ESTACIÓN BENAVIDES | 12 | 943 |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | 12 | 724 |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | 12 | 635 |
| ESTACIÓN BALTA | 12 | 1300 |
| ESTACIÓN BULEVAR | 12 | 580 |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | 12 | 639 |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | 12 | 903 |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | 12 | 648 |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | 12 | 1003 |
| ESTACIÓN MATELLINI | 24 | 538 |
| MTBF Promedio Total | | 778 |

De las tablas 5.1 y 5.2 se pueden ver la disponibilidad promedio total y el MTBF promedio total de las puertas automáticas, con estos datos se hará un análisis y nuestra meta es mejorarlas cuando se implemente el plan de mantenimiento preventivo.

5.1.1.2. Escalera Mecánica

En las tablas 5.3, 5.4 y 5.5 vemos la data recolectada sobre las horas paradas por mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y las horas operativas de las escaleras mecánicas. Esta data fue brindada por la empresa Alvac S.A. para la implementación de los indicadores de mantenimiento.

Tabla 5.3 Hora por mantenimiento preventivo de escaleras mecánicas (Alvac, 2016)

| HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | CODIGO ELEMENTO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | TOTAL |
| 1 | CECESSE | 6 | | 6 | | 6 | 18 |
| 2 | CECESSO | | 6 | | 6 | | 12 |
| 3 | CECESNE | 6 | | 6 | | 6 | 18 |
| 4 | CECESNO | | 6 | | 6 | | 12 |
| 5 | SMAESSE | 6 | | 6 | | 8 | 20 |
| 6 | SMAESSO | 8 | | 6 | | 6 | 20 |
| 7 | SMAESNE | | 6 | | 8 | | 14 |
| 8 | SMAESNO | | 8 | | 6 | | 14 |

Tabla 5.4 Hora por mantenimiento correctivo de escaleras mecánicas (Alvac, 2016)

| HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | CODIGO ELEMENTO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | TOTAL |
| 1 | CECESSE | | 730 | | 1 | | 731 |
| 2 | CECESSO | | 36 | | | 1 | 37 |
| 3 | CECESNE | 2 | | 7 | 1 | | 10 |
| 4 | CECESNO | | 48 | | 1 | | 48 |
| 5 | SMAESSE | | 5 | | | 2 | 7 |
| 6 | SMAESSO | 3 | | 6 | | | 9 |
| 7 | SMAESNE | 3 | | | 2 | | 5 |
| 8 | SMAESNO | 216 | | 6 | | | 222 |

Tabla 5.5 Horas de trabajo reales en la que funcionan las escaleras mecánicas (Alvac, 2016)

| HORAS DE TRABAJO REALES DE LAS ESCALERAS MECÁNICAS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | CODIGO ELEMENTO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | TOTAL |
| 1 | CECESSE | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 2 | CECESSO | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 3 | CECESNE | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 4 | CECESNO | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 5 | SMAESSE | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 6 | SMAESSO | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 7 | SMAESNE | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |
| 8 | SMAESNO | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 2400 |

En la tabla 5.6 mostraremos el indicador de disponibilidad promedio por estación y el porcentaje de mantenimiento correctivo que se realiza a las puertas automáticas. Todo esto se desarrollará con valores intermedios debido a alta cantidad de data recolectada de los 5 meses de servicio, con estos indicadores definidos para la empresa Protransporte se podrá visualizar la disponibilidad de los equipos críticos e importantes

Tabla 5.6 Indicador de disponibilidad promedio total de las escaleras mecánicas (Elaboración propia, 2016)

| EQUIPOS | Horas por Mant. Correctivo | Horas por Mant. Preventivo | Horas Totales de trabajo | Disponibilidad |
|---|---|---|---|---|
| CECESSE | 731 | 18 | 2400 | 69% |
| CECESSO | 37 | 12 | 2400 | 98% |
| CECESNE | 10 | 18 | 2400 | 99% |
| CECESNO | 48 | 12 | 2400 | 98% |
| SMAESSE | 7 | 20 | 2400 | 99% |
| SMAESSO | 9 | 20 | 2400 | 99% |
| SMAESNE | 5 | 14 | 2400 | 99% |
| SMAESNO | 222 | 14 | 2400 | 90% |
| Disponibilidad Promedio Total | | | | 94% |

La tabla 5.7 nos visualiza el indicador de tiempo promedio entre fallas (MTBF), con este indicador nos define el tiempo con la cual aparece una nueva falla a partir de la última reparación, lo que nos importa de este indicador es que permita visualizar el promedio de una posible falla que podría darse en el equipo para así poder planificar una actividad antes de que falle el componente o elemento y poder realizar un reemplazo del mismo a través de un mantenimiento preventivo. Además, se podría generar una gestión de repuestos necesarios para dichos equipos que presentan un mayor MTBF.

Todo esto es para asegurar la disponibilidad del equipo y darle un mayor tiempo de vida útil a los equipos críticos e importantes, lo ideal que puede representar este indicador es que el promedio de falla sea más largo en beneficio para la empresa Protransporte.

Tabla 5.7 Indicador de mantenimiento MTBF de las fallas frecuentes de las escaleras mecánicas (Elaboración Propia, 2017)

| EQUIPOS | Fallas | Horas de Trabajo Reales | MTBF (horas/falla) |
|---|---|---|---|
| CECESSE | 6 | 2700 | 450 |
| CECESSO | 4 | 2700 | 675 |
| CECESNE | 3 | 2700 | 900 |
| CECESNO | 4 | 2700 | 675 |
| SMAESSE | 2 | 2700 | 1350 |
| SMAESSO | 2 | 2700 | 1350 |
| SMAESNE | 2 | 2700 | 1350 |
| SMAESNO | 7 | 2700 | 386 |
| MTBF Promedio Total | | | 892 |

De las tablas 5.6 y 5.7 se pueden ver la disponibilidad promedio total y el MTBF promedio total de las escaleras mecánicas, con estos datos se hará un análisis y nuestra meta es mejorarlas cuando se implemente el plan de mantenimiento preventivo.

### 5.1.2. Indicadores de mantenimiento preventivo

En este capítulo nos ponemos como objetivo el mejorar los indicadores reales que se maneja en el consorcio Metropolitano, el cual implementamos para el estudio y toma de decisiones futuras.

Lo que se busca es plantear una mejora después de implementar un plan de mantenimiento preventivo a las maquinas importantes y criticas del consorcio Metropolitano, esta mejora se desarrollara mediante la realización de los planes de mantenimiento ya definidos en capítulos anteriores siguiendo de un control de mantenimiento para así poder reducir los mantenimientos correctivos. Además, se pudo diseñar los formatos de inspección técnica con el objetivo de alimentar nuestra data con las fallas que ocurran durante las horas de operación, todo esto nos ayuda para poder coordinar una pronta reparación o reemplazo del componente detectado dentro del próximo mantenimiento preventivo del equipo.

Esto nos otorgó la posibilidad de que se logre una mejora de los indicadores de mantenimiento reales presentados en páginas anteriores, es por ello que podemos ver en la tabla 5.8 la meta de mejorar la disponibilidad de las escaleras mecánicas y puertas automáticas, también en la tabla 5.9 se muestra la mejora de los tiempos promedios entre fallas (MTBF) en la cual resulta muy comprometedor en las puertas automáticas.

Tabla 5.8 Mejora del indicador de la disponibilidad de las puertas automáticas (Alvac, 2017)

| Estación | Cantidad de Puertas | Mejora de la Disponibilidad Promedio por Estación |
|---|---|---|
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | 12 | 99.85% |
| ESTACIÓN PACÍFICO | 12 | 99.63% |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | 12 | 99.56% |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | 12 | 99.85% |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | 12 | 99.93% |
| ESTACIÓN UNI | 18 | 99.89% |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN CAQUETA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN QUILCA | 18 | 99.81% |
| ESTACIÓN ESPAÑA | 18 | 99.85% |
| ESTACIÓN CENTRAL | 30 | 99.93% |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | 18 | 99.85% |
| ESTACIÓN TACNA | 6 | 99.81% |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | 6 | 99.93% |
| ESTACIÓN COLMENA | 6 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN MÉXICO | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN CANADÁ | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | 15 | 99.87% |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | 15 | 99.89% |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | 12 | 99.56% |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | 12 | 99.63% |
| ESTACIÓN ANGAMOS | 15 | 99.89% |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN BENAVIDES | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | 12 | 99.85% |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | 12 | 99.93% |
| ESTACIÓN BALTA | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN BULEVAR | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | 12 | 99.89% |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | 12 | 99.81% |
| ESTACIÓN MATELLINI | 24 | 99.89% |
| Disponibilidad Promedio Total | | 99.84% |

Tabla 5.9 Mejora del indicador de tiempo promedio entre fallas MTBF de las puertas automáticas (Alvac, 2017).

| Estación | Cantidad de Puertas | Mejora del MTBF Promedio por Estación (Hrs.) |
|---|---|---|
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | 12 | 772 |
| ESTACIÓN PACÍFICO | 12 | 898 |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | 12 | 758 |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | 12 | 720 |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | 12 | 722 |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | 12 | 784 |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | 12 | 1004 |
| ESTACIÓN UNI | 18 | 882 |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | 12 | 679 |
| ESTACIÓN CAQUETA | 12 | 845 |
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | 12 | 780 |
| ESTACIÓN QUILCA | 18 | 758 |
| ESTACIÓN ESPAÑA | 18 | 822 |
| ESTACIÓN CENTRAL | 30 | 782 |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | 18 | 1200 |
| ESTACIÓN TACNA | 6 | 922 |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | 6 | 898 |
| ESTACIÓN COLMENA | 6 | 635 |
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | 12 | 1103 |
| ESTACIÓN MÉXICO | 12 | 850 |
| ESTACIÓN CANADÁ | 12 | 930 |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | 15 | 800 |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | 15 | 875 |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | 12 | 845 |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | 12 | 782 |
| ESTACIÓN ANGAMOS | 15 | 883 |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | 12 | 772 |
| ESTACIÓN BENAVIDES | 12 | 1205 |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | 12 | 724 |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | 12 | 846 |
| ESTACIÓN BALTA | 12 | 1300 |
| ESTACIÓN BULEVAR | 12 | 580 |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | 12 | 850 |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | 12 | 903 |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | 12 | 648 |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | 12 | 1003 |
| ESTACIÓN MATELLINI | 24 | 900 |
| MTBF Promedio Total | | 856 |

En la tabla 5.9 se puede ver que se ha aumentado el tiempo promedio entre fallas en comparación con la tabla 5.2, debido a que nuestra meta es reducir en un 40% el número de fallas ocurridas en las puertas automáticas, por todo lo indicado se podrá denotar en la tabla 5.9 el aumento del tiempo promedio entre falla.

Todo esto se podrá lograr con el desarrollo de las actividades del mantenimiento preventivo ya definido y con la supervisión del mantenimiento, además se apoyará de las inspecciones técnicas para identificar si hay alguna falla y en consiguiente poder programar su pronta reparación en el próximo mantenimiento preventivo.

También se mostrará en las tablas 5.10 y 5.11 la mejora hecha en la disponibilidad y tiempo promedio entre fallas de las escaleras mecánicas

Tabla 5.10 Mejora del indicador de la disponibilidad de las escaleras mecánicas (Alvac, 2017)

| EQUIPOS | Horas por Mant. Correctivo | Horas Totales de trabajo | Mejora de Disponibilidad |
|---|---|---|---|
| CECESSE | 43.2 | 2400 | 98.20% |
| CECESSO | 11.04 | 2400 | 99.54% |
| CECESNE | 2.64 | 2400 | 99.89% |
| CECESNO | 18.48 | 2400 | 99.23% |
| SMAESSE | 2.88 | 2400 | 99.88% |
| SMAESSO | 8.16 | 2400 | 99.66% |
| SMAESNE | 5.04 | 2400 | 99.79% |
| SMAESNO | 31.68 | 2400 | 98.68% |
| Mejora de Disponibilidad Promedio Total | | | 99.36% |

Tabla 5.11 Mejora del indicador de tiempo promedio entre fallas MTBF de las escaleras mecánicas (Alvac, 2017).

| EQUIPOS | Fallas | Horas de Trabajo Reales | Mejora de MTBF (horas/falla) |
|---|---|---|---|
| CECESSE | 3.6 | 2700 | 750 |
| CECESSO | 2.4 | 2700 | 1125 |
| CECESNE | 1.8 | 2700 | 1500 |
| CECESNO | 2.4 | 2700 | 1125 |
| SMAESSE | 1.2 | 2700 | 2250 |
| SMAESSO | 1.2 | 2700 | 2250 |
| SMAESNE | 1.2 | 2700 | 2250 |
| SMAESNO | 4.2 | 2700 | 643 |
| Mejora de MTBF Promedio Total | | | 1487 |

En las tablas 5.10 y 5.11 se pueden ver que se ha aumentado la disponibilidad y el tiempo promedio entre fallas en comparación con las tablas 5.6 y 5.7, debido a que nuestra meta es reducir en un 40% el número de fallas ocurridas en las puertas automáticas, por todo lo indicado se podrá denotar en la tabla 5.1 el aumento del tiempo promedio entre falla.

Todo esto se podrá lograr con el desarrollo de las actividades del mantenimiento preventivo ya definido y con la supervisión del mantenimiento desarrollado, además se apoyará de las inspecciones técnicas para identificar si hay alguna falla y en consiguiente poder programar su pronta reparación en el próximo mantenimiento preventivo.

Además, se logrará repercutir en los costos que se genera por realizar un mantenimiento correctivo y también alargar la vida útil de los equipos.

### 5.1.3. Comparación de los Indicadores de Mantenimiento

Se realizó el análisis de los indicadores de mantenimiento tanto correctivo como preventivo, según los indicadores obtenidos que se

muestran en la tabla 5.12, se puede afirmar que nuestro plan de mantenimiento preventivo es más beneficioso que el plan de mantenimiento correctivo que rige en la empresa Protransporte en cuanto costo.

Tabla 5.12 Comparación de los indicadores de mantenimiento correctivo y preventivo de las puertas automáticas y escaleras mecánicas (Alvac, 2017).

| Tabla de Comparativa de Indicadores de Mantenimiento | | | |
|---|---|---|---|
| Equipo | | Disponibilidad Promedio Total | MTBF Promedio Total |
| Puertas Automaticas | ANTES | 99.68% | 778 |
| | MEJORA | 99.84% | 856 |
| Escaleras Mecánicas | ANTES | 94% | 892 |
| | MEJORA | 99.36% | 1487 |

## 5.2. Análisis económico – financiero

En este capítulo se desarrollará el análisis de todos los costos de mantenimientos preventivos y correctivos, tanto el actual y el futuro. Por lo que se identificara si el tipo de mantenimiento que se plantea es más rentable que el actual.

### 5.2.1. Determinación de los costos de mantenimiento preventivo

En este apartado se explicará los costos de mantenimiento preventivo de las puertas automáticas y escaleras mecánicas, además se podrá ver los valores del costo de repuesto de mantenimiento preventivo, correctivo y costo por mano de obra.

#### 5.2.1.1. Costo de repuesto del mantenimiento preventivo por equipo

La tabla 5.13 nos muestra a detalle los costos de repuestos que se utilizan en los mantenimientos preventivos de las puertas automáticas y escaleras mecánicas y por los tipos de mantenimiento a desarrollar.

Tabla 5.13 Costo de repuestos del mantenimiento preventivo (Alvac, 2017)

| Costo de Repuesto para el Mant. Preventivo | | |
|---|---|---|
| Equipo | Tipo | Costo de repuestos |
| Puerta Automáticas (por estación) | Trimestral | S/ 673.62 |
| | Semestral | S/ 800.45 |
| Escaleras Mecánicas | Mensual | S/ 162.53 |
| | Cuatrimestral | S/ 394.75 |

5.2.1.2. Elaboración de costos de repuesto de mantenimiento programados

En la tabla 5.14 se visualiza la elaboración del costo de repuestos para el mantenimiento programado se basó en las tablas 5.13, 4.20 y 4.21 para saber cuánto es el costo por cada estación para el mantenimiento preventivo.

Tabla 5.14 Costo de mantenimiento preventivos ya programados para cada mes (Elaboración propia, 2017)

| Estación | Enero (S/.) | Febrero (S/.) | Marzo (S/.) | Abril (S/.) | Mayo (S/.) | Junio (S/.) | Julio (S/.) | Agosto (S/.) | Septiembre (S/.) | Octubre (S/.) | Noviembre (S/.) | Diciembre (S/.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACIÓN IZAGUIRRE | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN PACÍFICO | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN INDEPENDENCIA | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN LOS JAZMINES | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN TOMAS VALLE | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN EL MILAGRO | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN HONORIO DELGADO | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN UNI | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN CAQUETA | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN 2 DE MAYO | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN QUILCA | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN ESPAÑA | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | |
| ESTACIÓN CENTRAL | 1 114.56 | 1 788,18 | 650,12 | 650,12 | 1 788,18 | 1 114,56 | 650,12 | 1 788,18 | 1 114,56 | 1 114,56 | 1 323,74 | 650,12 |
| ESTACIÓN RAMÓN CASTILLA | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN TACNA | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN JIRON DE LA UNIÓN | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN COLMENA | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN ESTADIO NACIONAL | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN MÉXICO | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN CANADÁ | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN JAVIER PRADO | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN CANAVAL Y MOREYRA | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN ARAMBURÚ | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN DOMINGO ORUÉ | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN ANGAMOS | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN RICARDO PALMA | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | |
| ESTACIÓN BENAVIDES | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN 28 DE JULIO | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN PLAZA DE FLORES | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN BALTA | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN BULEVAR | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN ESTADIO UNION | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN ESCUELA MILITAR | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN FERNANDO TERÁN | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN ROSARIO DE VILLA | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 | | | 673,62 |
| ESTACIÓN MATELLINI | 1 114,56 | 1 114,56 | 1 323,74 | 650,12 | 1 114,56 | 1 323,74 | 650,12 | 650,12 | 1 788,18 | 1 114,56 | 650,12 | 1 323,74 |
| Total (S/.) | 10 986,18 | 11 659,80 | 8 036,44 | 10 057,30 | 11 659,80 | 8 500,88 | 10 057,30 | 11 195,36 | 8 965,32 | 10 986,18 | 10 730,92 | 8 036,44 |

5.2.1.3. Costo de horas hombre para realizar el mantenimiento preventivo

El costo de horas hombre nos permite saber los costos de realización del mantenimiento preventivo y correctivo. Cabe resaltar que en el grupo de trabajo se sub divide en 3 grupos los cuales trabajan en turnos rotativos, en la tabla 5.15 se describirá los turnos existentes y la cantidad de personal técnico que los conforman.

Tabla 5.15 Distribución de personal por turnos de trabajo (Elaboración propia, 2017)

| Turnos | N° de Capataces | N° de Técnicos |
|---|---|---|
| Turno Mañana (6:30 am a 2:30 pm) | 1 | 4 |
| Turno Tarde (2:30 pm a 10:30 pm) | 1 | 4 |
| Turno Noche (10:30 pm a 6:30 am) | 1 | 4 |

Como se ve en la tabla 5.15, se verifica que los turnos de trabajo están conformados por 5 técnicos operarios que son los encargados a responder cada emergencia dada según el turno y también los responsables de ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo planteado.

Se designó que el turno encargado de ejecutar el mantenimiento preventivo de las puertas automáticas y escaleras mecánicas son los técnicos del turno noche, debido a que tienen la posibilidad de trabajar sin molestar a los usuarios que utilizan estos equipos. Esto debido a que brinda mayor seguridad para las personas y un mayor aprovechamiento de los espacios de las estaciones para trabajar tranquilamente.

A continuación, en la tabla 5.16 se especificará los costos de hora hombre basados en tiempo de trabajo de 1 mes que es igual a 30 días hábiles, cada turno con una duración de 8 horas.

Tabla 5.16 Salario del Área de mantenimiento (Alvac, 2017)

| S/. | Capataz | Tecnico 1 | Tecnico 2 | Tecnico 3 | Tecnico 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Salario Aproximado | 5 451,14 | 4 970,89 | 4 970,89 | 4 970,89 | 4 970,89 |
| Salario /día | 181,70 | 165,70 | 165,70 | 165,70 | 165,70 |
| Salario/hora | 22,71 | 20,71 | 20,71 | 20,71 | 20,71 |

De la tabla 5.16 se promedió todos los salarios/hora de los técnicos operarios obteniéndose un costo de hora hombre promedio es aproximadamente 21.11 soles/hora.

En la tabla 5.17 se indica el tiempo que se dedicara al desarrollo de las actividades de mantenimiento en horas para así poder calcular el costo de mano de obra en realizar cada mantenimiento.

Tabla 5.17 Tiempos destinados al desarrollo del mantenimiento preventivo de puertas automáticas y escaleras mecánicas. (Alvac, 2017)

| Preventivo | Puerta Automáticas (por estación) | | Escaleras Mecánicas | |
|---|---|---|---|---|
| | Trimentrales | Semestrales | Mensual | Cuatrimestral |
| Tiempo (Hrs.) | 6 | 9 | 7 | 12 |

- Calculo del costo de mano de obra por realizar el mantenimiento preventivo

En la tabla 5.18 se muestra la determinación del costo de mano de obra por realizar las actividades del mantenimiento preventivo de los equipos, resulta ser el valor monetario de los diferentes tipos de mantenimientos para los equipos ya definidos, todo esto se basó en la tabla 5.16 y 5.17. Para el desarrollo de la tabla 5.18 se utilizó la siguiente expresión:

$$\begin{matrix} Costo\ de \\ Realización \end{matrix} = \begin{matrix} Costo\ por \\ Hora\ Hombre \end{matrix} * N°\ de\ técnicos * \begin{matrix} Tiempo\ para\ desarrollar \\ el\ mantenimiento \end{matrix} \qquad (6)$$

Tabla 5.18 Costo de mano de obra por realizar el mantenimiento preventivo de las puertas automáticas y escaleras mecánicas (Alvac, 2017).

| S/. | Puerta Automáticas (por estación) | | Escaleras Mecánicas | |
|---|---|---|---|---|
| | Trimentrales | Semestrales | Mensual | Cuatrimestral |
| Costo de realización del mantenimiento preventivo | 633,30 | 949,95 | 738,85 | 1 266,60 |

5.2.2. Análisis Económico del plan de mantenimiento preventivo

En la tabla 5.19 se visualiza el resumen de los costos de mantenimiento preventivo como costos fijos y costos variables.

Los costos fijos son definidos por ser costos que se producen siempre, aun cuando no exista producción, entre ellos tenemos los costos de los técnicos operarios, costo de maquinaria, costo de local, etc.

Los costos variables son definidos por ser los costos que se producen en consecuencia de la producción, entre ellos tenemos los costos por repuestos, costo por realizar los mantenimientos preventivos, etc.

La inversión que se utilizara para la realización del plan de mantenimiento preventivo se tomara los siguientes datos:

- Sueldo de los técnicos operarios = S/. 25 334,7
- Sueldo de Operaciones = S/. 12 668,14
- Formatos de trabajo = S/. 3 040,17
- Herramientas = S/. 747
- Capacitación del personal = S/. 700

Todo esto nos da un monto total de S/. 42 490 que se requiere para la implementación del plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se mostrará la tabla 5.19 el análisis del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 5.19 Resumen de costo del plan de mantenimiento preventivo (Elaboración propia, 2017)

| | | Inversión | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Costo Fijo | Mecánicos | | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 |
| | Operaciones | | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 |
| | Local | | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 |
| | Vehiculo | | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 |
| | Servicios Necesarios (Agua, luz, etc.) | | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 |
| Costo Variable | Repuestos | | 10 986,20 | 11 659,80 | 8 036,40 | 10 057,30 | 11 659,80 | 8 500,90 | 10 057,30 | 11 195,40 | 8 965,30 | 10 986,20 | 10 730,90 | 8 036,40 |
| | Costo por realizar el Plan Mantenimiento Preventivo | | 1 625,30 | 1 250,40 | 1 125,45 | 1 625,30 | 1 625,30 | 1 840,53 | 1 840,53 | 1 250,40 | 1 250,40 | 1 840,53 | 1 625,30 | 1 125,45 |
| | Egresos | | 58 688,34 | 58 987,06 | 55 238,75 | 57 759,46 | 59 361,96 | 56 418,27 | 57 974,69 | 58 522,62 | 56 292,58 | 58 903,57 | 58 433,08 | 55 238,75 |
| | Ingresos | | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 |
| | Utilidades (S/.) | -42 490,00 | 51 464,49 | 51 165,77 | 54 914,08 | 52 393,37 | 50 790,87 | 53 734,56 | 52 178,14 | 51 630,21 | 53 860,25 | 51 249,26 | 51 719,75 | 54 914,08 |

El resultado del cálculo del VAN y TIR es el siguiente:

- VAN = S/. 176 595,99
- TIR = 122% (Con una tasa de interés otorgada por la empresa de 18%)

### 5.2.3. Análisis Económico del plan de mantenimiento actual

Aquí podremos ver el análisis del plan de mantenimiento que rige en el consorcio Metropolitano, el cual es el mantenimiento correctivo, por lo que se tomara como datos iniciales los siguientes puntos:

- Las compras de repuestos de la empresa Protransporte en el año 2015 para la reparación mediante el mantenimiento correctivo fue de un 80% del costo total.
- Las compras de repuestos de la empresa Protransporte en año 2015 para el desarrollo del mantenimiento rutinario fue de un 20% del costo total.

Con estos datos se puede deducir que la relación entre los costos de mantenimiento preventivos y los costos de mantenimiento correctivo son como 1 es a 4 respectivamente, el cual nos permitió calcular los cotos de repuesto de mantenimiento correctivos utilizados por parte de la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú.

Cabe recalcar que la relación ya definida nos permitió calcular los costos de repuestos de mantenimiento correctivos.

En la tabla 5.20 solo se describirá los costos de mantenimiento correctivo tomados a partir del mes de Julio hasta Diciembre del año 2016, debido a que la empresa Alvac S.A. empezó en el mes de Julio la concesión de los equipos electromecánicos, por lo que el análisis y comparación será hasta dicho mes.

En la tabla 5.20 se utilizó los mismos valores de los costos fijos detallados en la tabla 5.19 y los costos variables se definieron de la siguiente manera:

- Los costos de los repuestos del mantenimiento correctivo se rigen de la relación de 4 a 1.
- Los costos por realizar mantenimientos correctivos, se calcula de la manera semejante al cálculo del costo de realizar mantenimiento preventivo. Dicha expresión es la siguiente:

$$\begin{matrix} Costo\ de \\ Realización \end{matrix} = \begin{matrix} Costo\ por \\ Hora\ Hombre \end{matrix} * N°\ de\ técnicos * \begin{matrix} Tiempo\ para\ desarrollar \\ el\ mantenimiento\ correctivo \end{matrix}$$

Tabla 5.20 Resumen de costo del plan de mantenimiento correctivo (Elaboración propia, 2017)

| | | Inversión | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Costo Fijo | Mecánicos | | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 | 25 334,70 |
| | Operaciones | | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 | 12 668,14 |
| | Local | | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 | 3 600,00 |
| | Vehiculo | | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 | 3 265,02 |
| | Servicios Necesarios (Agua, luz, etc.) | | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 | 1 209,00 |
| Costo Variable | Repuestos | | 40 229,20 | 44 781,44 | 35 861,28 | 43 944,72 | 42 923,68 | 32 145,76 |
| | Costo por realizar el Mantenimiento Correctivo | | 4 749,75 | 4 679,23 | 4 721,20 | 4 749,75 | 5 392,73 | 4 719,75 |
| | Egresos | | 91 055,81 | 95 537,53 | 86 659,34 | 94 771,33 | 94 393,27 | 82 942,37 |
| | Ingresos | | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 | 110 152,83 |
| | Utilidades (S/.) | -42 490,00 | 19 097,02 | 14 615,30 | 23 493,49 | 15 381,50 | 15 759,56 | 27 210,46 |

El resultado del cálculo del VAN y TIR es el siguiente:

- VAN = S/. 19 823,00
- TIR = 37% (Con una tasa de interés otorgada por la empresa de 18%)

Para poder comparar con el Van obtenido del desarrollo del plan de mantenimiento preventivo con el del mantenimiento correctivo, se usará una operación utilizando la regla de 3 simple para simular cuanto es el Van evaluado en 12 meses anteriores (Ver tabla 5.21).

Tabla 5.21 Evaluación del Van de 6 meses a uno de 12 meses (Elaboración propia, 2017).

| | **Evaluación Actual** | |
|---|---|---|
| | 6 meses | 12 meses |
| VAN (Plan de mantenimiento correctivo) | S/. 19 823,00 | S/. 47 575,20 |

5.2.4. Comparación de los Indicadores económicos

Se realizó el análisis económico – financiero y según los indicadores financieros que se muestran en la tabla 5.22, se puede afirmar que nuestro plan de mantenimiento preventivo es más beneficioso que el plan de mantenimiento correctivo que rige en la empresa Protransporte en cuanto costo.

Tabla 5.22 Tabla comparativa de los indicadores VAN y TIR de los planes de mantenimiento correctivo y preventivo (Elaboración propia, 2017)

| | VAN | TIR |
|---|---|---|
| Plan de Mant. Correctivo | S/. 47 575,20 | 37% |
| Plan de Mant. Preventivo | S/. 176 595,99 | 122% |

# CONCLUSIONES

1. El diseño del plan de mantenimiento preventivo para escaleras mecánicas y puertas automáticas incidió positivamente en la disponibilidad de los equipos del consorcio metropolitano, reduciendo en un 40% el número de fallas por cada equipo. Por lo que el plan de mantenimiento preventivo corrobora que los equipos logren una mayor disponibilidad y sean seguros para los usuarios.
2. Se logró definir las actividades del nuevo plan de mantenimiento utilizando el historial técnico con 6 meses de anterioridad de cada equipo, basándose en la frecuencia de fallas de los mismos, dando como resultado los manuales con las actividades preventivas para la reducción de los tiempos de indisponibilidad de los equipos del consorcio metropolitano.
3. La elaboración de los formatos de control y formatos de inspección para los equipos electromecánicos, otorgó una mejora en el control de actividades tanto correctivas como preventivas, facilitando la retroalimentación de la data, la supervisión de las actividades preventivas y la programación de las actividades correctivas para el próximo mantenimiento preventivo.

# RECOMENDACIONES

1. Como una de las recomendaciones, se sugiere a la empresa que el proyecto enfocado al mantenimiento, se desarrolle la implementación de manera progresiva, brindándole más responsabilidades gradualmente a los técnicos operarios que desarrollaran las actividades del plan de mantenimiento preventivo.
2. También se recomienda acompañar este proyecto con una gestión de mantenimiento, para así lograr un mayor resultado en el trabajo del área de mantenimiento. Para que así tanto técnicos y jefes del área de mantenimiento se compenetren en un solo objetivo, el cual es mantener de forma óptima el funcionamiento de los equipos en general.
3. Otra recomendación a tener en cuenta, es que la empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú se haga de la adquisición de un programa de gestión de mantenimiento para que en si pueda incluirse en la industria como una empresa capaz de brindar una gestión de mantenimiento a cualquier equipo.
4. Finalmente se recomienda que las hojas de inspección técnica se archiven y estén a la mano del supervisor para así alimentar la data y seguir con el control constante del mantenimiento preventivo.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Bibliográficas


- CASTILLO, C., (2011). *Diseño de una Puerta Automática* (Proyecto de Tesis). Universidad Tecnológica de Panamá, Ciudad de Panamá, República de Panamá.
- DUMRAUF, Guillermo (2001). *Cálculo Financiero Aplicado*, 2da Edición; Buenos Aires-Argentina, editorial La Ley.
- FLORES, J., & YAURI, J. (2015). *Plan de mantenimiento preventivo de máquinaria pesada para la empresa Hitos San Martin S.A.C.* (Informe de Suficiencia), Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- GONZALES, J., (2012). *Control de acciones correctivas en elevadores y escaleras mecánicas* (Reporte de Trabajo profesional). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- ISHIKAWA, K. (1943). Diagrama Causa-Efecto.
- JÁTIVA, A., (2010). *Sistema de puertas con sensores para la apertura en paradas autorizadas en buses del servicio urbano del Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de Grado). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- LIRA BELL, P. (2012). *Accesibilidad al Transporte Vertical Mecánico en el Ambiente Público Urbano.* Memoria para optar al título de Diseñador Industrial. Universidad de Chile, Chile.
- MALDONADO, H. & SIGÜENZA, L. (2013). *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa Minera Dynasty Mining del Cantón Portovelo*. Tesis Ingeniería mecánica automotriz, Universidad de Politécnica Salesiana, Ecuador.
- MARTÍNEZ, J. A. (2014). ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO, Estudios Técnicos Inc.
- SALES, M. (2006). Diagrama de Pareto. Recuperado el, 15.

- STRAKOSCH, George (1973) *Ingeniería del Transporte Vertical*, 1ª Edición; Barcelona-España, editorial Marcombo S.A.
- TECSUP (2014a). *Administración de mantenimiento de equipo pesado*. Perú.
- TECSUP (2014b). *Planificación y programación de mantenimiento de equipo pesado*. Perú.
- VALDIVIA SANZ, R. (2012). *Gestión de mantenimiento y reparación de equipo pesado en la construcción de carreteras*. Tesis de Ingeniera Mecánica-Eléctrica. Universidad de Piura, Perú.
- VALENCIA, W. A. (2011). *Indicador de rentabilidad de proyectos: el valor actual neto (van) o el valor económico agregado* (eva). Industrial Data.


**Web grafía**


- AUTOMATICSYSTEMS (2008). Puertas Automáticas. Accesado el 13 de agosto del 2017, desde http://www.automaticsystems.com.pe/cms/index,php/accesos-automaticos/puertas-automaticas/corsayrodeo
- EUINSTALACIONES (2016). Puertas Automáticas peatonales. Accesado el 13 de agosto del 2017, desde http://www.euinstalaciones.es/puertas-automaticas-cinco-tipos/
- LOGISMARKET 2011. Puerta corrediza automática de vidrio. Accesado el 10 de agosto del 2017, desde https://www.logismarket.com.ar/automatismos-for/puerta-corrediza-automatica-de-vidrio/2024600352-2769240803-p.html
- MITSUBISHI (2017). Escaleras Mecánicas y plataformas móviles. Accesado el 21 de agosto del 2017, desde http://www.mitsubishielectric.com/elevator/es/overview/e_m_walks/e_s_equipment.html
- REVISTA ARQHYS (2012). Puertas de Garaje automáticas. Accesado el 20 de agosto del 2017, desde http://www.arqhys.com/arquitectura/puertas-garaje-automaticas.html.
- SÁNCHEZ (2011). Ascensores y Escaleras Mecánicas. Accesado el 21 de agosto del 2017, desde https://es.slideshare.net/soriposa/ascensores-y-escaleras-elctricas

# ANEXO 1

## 1. OBJETO

El objeto de esta Instrucción es describir el proceso de ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo en puertas automáticas, realizados dentro del servicio de Mantenimiento de la infraestructura y de los equipos electromecánicos del corredor segregado de alta capacidad- COSAC I.

## 2. ALCANCE

Esta actividad engloba el mantenimiento preventivo y correctivo de las puertas automáticas permitiendo mejorar el funcionamiento tanto mecánico como eléctrico y evitando así paradas imprevistas. Este procedimiento es aplicable donde ALVAC S.A. Sucursal del Perú tenga injerencia.

## 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Código Técnico de Edificaciones (CTE)
- UNE-EN 12635-2002+ A1:2009

## 4. CRITERIOS DE MEDICIÓN

La medición de esta unidad se realizará por mantenimiento completado, contemplando el re cambio de repuestos que sean necesarios.

## 5. UNIDADES DE OBRA ASOCIADAS

| Código | Descripción de la unidad |
|---|---|
| ---------- | • No Aplica |

## 6. EMPLEO DE RECURSOS (MATERIALES Y PERSONAL)

| Personal | Maquinaria y herramientas | Materiales y repuestos |
|---|---|---|
| • 01 Capataz<br>• 01 Operario | • Multímetro<br>• Juego de Herramientas de Mano<br>• Taladro<br>• Aspiradora<br>• Escalera<br>• Soplador | • Lija Fina<br>• Trapo Industrial<br>• Limpia Contactos<br>• Brocha<br>• Thinner<br>• Garruchas<br>• Guías<br>• Rieles |

### 6.1. Responsables de la Operación

- **Capataz:** Con formación como Técnico Eléctrico o Mecánico, será el responsable de preparar y de supervisar la correcta ejecución de la operación. Debe comprobar que el parte de trabajo se rellena correctamente y asumir las responsabilidades en el control de calidad indicadas en el apartado 8.
- **Operario:** Con formación como técnico eléctrico o mecánica será el encargado de ejecutar la operación, bajo la supervisión del Operario.

### 6.2. Requisitos a cumplir con los materiales

- Lija Fina empleada para pulir la superficie de los rieles.

- Trapos industriales para limpiar los componentes externos e internos del equipo
- Limpia Contactos para limpiar tarjetas y cualquier componente electrónico que se encuentre manchado o corroído, ayuda a quitar oxido y residuos que se presenten debido a la combustión.
- Brocha para limpiar los rieles de las puertas.
- Thinner empleado para limpiar la grasa y suciedad que pueda depositarse en los rieles.
- Garruchas empleadas como recambio en caso de encontrarse en mal estado.
- Guías empleadas como recambio en caso de encontrarse en mal estado.
- Rieles empleados como recambio en caso de encontrarse en mal estado.

### 6.3. Requisitos a cumplir con la maquinaria y herramientas

- Multímetro empleado para medir tensiones y hacer seguimiento de los componentes electrónicos.
- Juego de herramientas para poder ajustar y desajustar pernos, tuercas, etc., la cual se encargan de sostener los diferentes componentes dentro del equipo.
- Taladro empleado para perforación de orificios de piso y soportes metálicos.
- Aspiradora empleada para remover el polvo y suciedad generada por la limpieza de la puerta.
- Escalera empleada para poder llegar a zonas de media altura donde es difícil su acceso.
- Soplador empleado para retirar el polvo y suciedad depositada dentro del equipo.

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El funcionamiento de las puertas automáticas depende mucho tanto de la parte mecánica como electrónica, es por ello que se deben considerar ambas durante el mantenimiento preventivo, a continuación, se describen los trabajos:

**Mecánico**

- Se deberá apagar la puerta para luego remover la tapa protectora, dejando expuesto las diferentes partes de la puerta.
- Se procede con la verificación de los equipos mecánicos (Topes, Guías, Soportes, Garruchas rieles, Entre otros)
- Se realizará una pequeña pulitura de los rieles con lija fina para remover impurezas y verificar que los rieles se encuentran sin deformaciones
- Se realiza la limpieza de los rieles y otras partes mecánicas con trapo industrial o brocha y thinner para remover la grasa y suciedad adherida.
- En caso de encontrarse Guías de piso en mal estado se proceden a sustituir, para ello se debe desatornillar la pieza antigua y verificar que las perforaciones donde ira empernada la nueva se encuentren en buen estado, en caso contrario se deberán perforar nuevos orificios.
- En caso de encontrarse Garruchas o Soportes en mal estado se proceden a sustituir, para ello se debe desatornillar la pieza antigua, en caso de encontrarse quebrado o doblado el soporte este deberá ser sustituido por uno de iguales características, en caso de garruchas si se encuentran desgastadas, rotas o con alguna deformación que no permita su buen recorrido deberá ser sustituida de igual forma.
- En caso de encontrarse Topes en mal estado se proceden a sustituir, para ello se debe desatornillar la pieza antigua, en caso de encontrarse quebrado o doblado deberá ser sustituido por uno de iguales características, impidiendo así que la puerta pueda descarrilarse.
- En caso de encontrarse las fajas en mal estado se proceden a sustituir, para ello se debe quitar la antigua y posteriormente colocar los dientes de la faja de un extremo de la puerta hacia el extremo de la polea del motor, verificando que quede lo suficientemente ajustado y alineado para impedir que la faja se salga de su lugar.
- En caso de encontrarse los rieles en mal estado se proceden a sustituir, para ello se debe desmontar las guías y soporte de garruchas, seguido de extraer el seguro y los topes de final de carrera para ultimo desmontar las tapas laterales, luego desatornillar el perno de fijación (Prisioneros) y así poder sacar el riel que se desea cambiar, para posteriormente deslizar el riel nuevo y ajustar nuevamente con su respectivo perno (Prisionero) y demás componentes que componen la puerta.

**Eléctrico**

- Se deberá apagar la puerta para luego remover la tapa protectora, dejando expuesto las diferentes partes de la puerta.
- Para la limpieza de los equipos electrónicos se emplea el limpia contactos, tanto en tarjeta de funciones, controlador, sensores y demás componentes que lo integran.
- En caso de encontrarse la tarjeta de funciones en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a desatornillar y extraer la tarjeta, si se va a colocar una pieza nueva esta será empernada en la placa metálica base y luego se conectaran todos los cables de alimentación y sensores, si se va a reparar, esta será examinada con un multímetro verificando el componente que se encuentra dañado y sustituirlo, para posteriormente realizar el montaje del equipo.
- En caso de encontrarse la tarjeta controladora en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a desatornillar y extraer la tarjeta, si se va a colocar una pieza nueva esta será empernada en la placa metálica base y luego se conectaran todos los cables de alimentación y motor; si se va a reparar, esta será examinada con un multímetro verificando el componente que se encuentra dañado y sustituirlo, para posteriormente realizar el montaje del equipo.
- En caso de encontrarse el motor en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a desatornillar y extraer el mismo, si se va a colocar un motor nuevo esta será empernado en la placa metálica base y luego se conectaran todos los cables de alimentación; si se va a reparar, esta será examinado con un multímetro verificando el componente que se encuentra dañado y sustituirlo, para posteriormente realizar el montaje del equipo.
- En caso de encontrarse los sensores de seguridad en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a extraer el mismo, si se va a colocar un sensor nuevo esta será colocado en sus respectivos orificios en las paredes laterales de las puertas y luego se conectaran todos los cables de alimentación; si se va a reparar, esta será examinado con un multímetro verificando que el emisor y el receptor están funcionando correctamente, también que los cables se encuentran en buen estado. Para luego posteriormente realizar el montaje del equipo.
- En caso de encontrarse los sensores de distancia (proximidad) en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a extraer el mismo, si se va a colocar un sensor nuevo esta será colocado en sus respectivos cajetines que deberán estar apuntando hacia el punto donde se ubican los buses, se deberá regular la dirección y la distancia del sensor que sea la adecuada; si se va a reparar, esta será examinado con un multímetro verificando que el sensor está funcionando correctamente, también que los cables se encuentran en buen estado. Para luego posteriormente realizar el montaje del equipo.
- En caso de encontrarse el semáforo en mal estado se procederá a sustituir o reparar, para ello se deberán desconectar los cables de conexiones y luego proceder a extraer el mismo, si se va a colocar un semáforo nuevo esta será colocado en su respectiva base soporte, para luego conectar los cables de alimentación y de señal a la respectiva tarjeta de funciones; si se va a reparar, esta será examinado con un multímetro verificando que encienden las diferentes luminarias del semáforo y que la se está emitiendo la señal correcta a la tarjeta de funciones, también que los cables se encuentran en buen estado. Para luego posteriormente realizar el montaje del equipo.

## 8. RESPONSABILIDADES

**Capataz**

- Hacer ejecutar, por parte del equipo de trabajo, las actividades especificadas en esta instrucción.
- Realizar las inspecciones y ensayos necesarios.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas de seguridad y salud y utilización de EPI´s de acuerdo con lo especificado en el Plan de Prevención y Evaluación de Riesgos.
- Verificar todas las partes comprendidas dentro del control y aceptación

**Operario**

- Realizar y ejecutar las actividades especificadas en esta instrucción.
- Cumplir con todas las especificaciones comprendidas dentro del plan de prevención y evaluación de riesgos.

## 9. CONTROL Y ACEPTACIÓN

| CONTROL Y ACEPTACIÓN | |
|---|---|
| **Puntos a comprobar** | 1. Comprobación de la existencia en obra de esta ficha.<br>2. Comprobación de que se dispone en obra de los materiales que figuran en esta Instrucción, y que cumplen los requisitos establecidos en el punto 6.2.<br>3. La correcta señalización de la zona de trabajo.<br>4. Comprobar que las partes mecánicas funcionan correctamente.<br>5. Comprobar que las partes electrónicas funcionan correctamente. |

## 10. PREVENCIÓN

| Actividades | Peligro | Riesgo especifico | Consecuencia | Controles Asociados |
|---|---|---|---|---|
| Movilización de equipos y personal en general | Traslado de equipos | Caídas a desnivel, tropiezos, atropellos, aplastamiento | Contusiones hematomas, golpes, laceraciones, fracturas, escoriaciones, magullamiento, cercionamiento, quemaduras, electrocución | Garantizar que el personal cumpla con las condiciones de orden y limpieza general en el entorno, inicio de labores de acorde a la charla de seguridad diaria formato: FOR-SST-SSOMA-001 EVENTO DE INDUCCION, CAPACITACION Y SIMULACRO realizando la verificación de equipos de protección personal de acorde al formato de trabajo-PE-FOR-SST-SSOMA-040 INSPECCION DE EPP |
| | Traslado de materiales | Caídas a desnivel, tropiezos, atropellos, aplastamiento | Contusiones hematomas, golpes, laceraciones, fracturas, escoriaciones, magullamiento, cercionamiento, quemaduras, electrocución | La realización y traslado de materiales se hará acorde a los parámetros de seguridad establecidos en el entorno "señalización del área" utilización de conos de seguridad, controles de ingeniería. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mantenimiento de puertas automáticas | Utilización de Herramientas de poder | Manipulación deficiente o hay distracción en la operación. Espacio reducido en el área de trabajo y pasadizos. | Cortes, laceraciones,sersenamiento,electrocusiones | Control y uso eficaz de procedimiento de trabajo PE-PRO-SST-SSOMA-005 CODIGO DE COLORES DE INSPECCION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS, así como su anexo, debiendo contar las herramientas de poder el Instructivo acorde al trabajo específico. Así mismo durante la utilización de herramientas de poder se deberá de contar con las guardas de protección del caso. Así mismo se tendrá como línea base el procedimiento de PE-PRO-SST-SSOMA-023 PROCEDIMIENTO DE CORTE Y SOLDADURA y PE-PRO-SST-SSOMA-025 PROCEDIMIENTO DE ESMERILADO |
| | Uso de comba y herramientas de impacto | El nivel de aplicación de fuerza. | magullamiento, atrapamiento | Uso adecuado de epps, uso adecuado de orejeras certificadas por UL, o en su caso tapones auditivos, instructivo de roto martillo, señalización del área |
| | | Residuos derivados de instalación de urinarios | Contaminación del suelo/Posible contaminación de fuentes de agua | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-AMB-SSOMA-09 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén ubicado en Rodolfo Beltrán 947. |

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL ADECUADOS A LA TAREA

| CABEZA | | CUERPO | | PIES | OJOS | | MANOS | | OIDOS | RESPIRACION | FACIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**11. MEDIO AMBIENTE**

Durante el desarrollo de las actividades que se realizan en el mantenimiento de Puertas Automáticas, se ha identificado aspectos ambientales, las mismas que se controlan de acuerdo al cuadro adjunto:

| Actividades | Aspecto Ambiental | Aspecto Ambiental relacionado con | Impacto Ambiental | Controles Asociados |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Movilización de equipos y personal en general | Efluentes | Derrames de lubricantes / combustible de vehículos, maquinarias durante el traslado del personal. | Contaminación al suelo | Garantizar que los equipos cuenten con su respectivo mantenimiento preventivo, Check list de pre uso de equipos, uso de kit de contingencia, (charlas de 5 minutos, charlas integrales, inducción: PE-PRO-MA-014 Capacitaciones Ambientales), así como realizar los simulacros de emergencias ambientales (PE-PRO-MA-011 Control de Emergencias Ambientales). |
| | Consumo de recursos naturales | Consumo de combustible / lubricante (transporte de personal, equipos y/o maquinarias pesada) | Agotamiento del recurso | Control del uso eficaz de los materiales no renovables (PE-PRO-MA-006 Manejo de Materias Primas). Priorizar el consumo de biodiesel, mantener el vehículo apagado cuando no se esté utilizando la unidad. |
| | Emisiones a la atmósfera | Generación de gases y partículas por la combustión de vehículos/equipos durante la actividad. | Contaminación al aire | Realizar la revisión técnica de los vehículos de acuerdo a su cronograma de mantenimiento. Realizar inspecciones periódicas (PE-PRO-MA-004 Manejo de Emisiones al Aire). |
| Mantenimiento de Puertas Automáticas | Generación de residuos | Residuos no peligrosos como cables, plásticos, vidrios, rodajes, entre otros. | Contaminación del suelo/Posible contaminación de fuentes de agua | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-MA-009 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén central. |
| | | Residuos peligrosos manchados con thinner, limpia contactos, aparatos electrónicos con elementos peligrosos, entre otros. | Contaminación del suelo/Posible contaminación de fuentes de agua | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-MA-009 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén central. |

Toda actividad se realizará siempre cuidando el ambiente, toda actividad se iniciará asegurándose que se tenga a la mano todos los implementos ambientales necesarios para realizar las actividades.

Si hubiese productos químicos como pinturas u otros líquidos peligrosos deben estar sobrepuestos en bandejas de contención, con la finalidad de evitar posibles derrames de materiales peligrosos.

El área de trabajo quedará totalmente limpia de residuos generados por las actividades.

## 1. OBJETO

El objeto de esta Instrucción es describir el proceso de ejecución del mantenimiento de una Escalera Mecánica, realizados dentro del servicio de dentro del servicio de Mantenimiento de la infraestructura y de los equipos electromecánicos del corredor segregado de alta capacidad - COSAC I.

## 2. ALCANCE

Esta actividad engloba el mantenimiento preventivo/correctivo y es aplicable a escaleras mecánicas de las diferentes marcas como OTIS, BLT, Thyssen Krupp, etc., donde ALVAC S.A. Sucursal del Perú tenga injerencia.

## 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- EN 13015:2001 - Mantenimiento de ascensores y escaleras mecánicas. Reglas para instrucciones de mantenimiento.
- EN 60204-1:2006 - Seguridad de máquinas. Equipamiento eléctrico de máquinas.
- EN ISO 12100 - 1:2003 - Seguridad de máquinas.

## 4. CRITERIOS DE MEDICIÓN

La medición de esta unidad se realizará por mantenimiento completado, contemplando el re cambio de repuestos que sean necesarios.

## 5. UNIDADES DE OBRA ASOCIADAS

| Código | Descripción de la unidad |
|---|---|
| ---------- | • Reposición de Aceites Lubricantes. |

## 6. EMPLEO DE RECURSOS (MATERIALES Y PERSONAL)

| Personal | Maquinaria y herramientas | Materiales y repuestos |
|---|---|---|
| • 01 Capataz<br>• 02 Operarios | • Control Manual de Escalera.<br>• Juego de herramientas de mano.<br>• Aspiradora | • Aceite 5W-40<br>• Limpia Contactos<br>• Limpiador de metal en aerosol<br>• Thinner<br>• Cintillos de apriete<br>• Cinta Aislante<br>• Trapos Industriales<br>• Brochas de 2 plgs. |

### 6.1. Responsables de la Operación

- **Capataz:** Con formación como Técnico Eléctrico o Mecánico, será el responsable de preparar y de supervisar la correcta ejecución de la operación. Debe comprobar que el parte de trabajo se rellena correctamente y asumir las responsabilidades en el control de calidad indicadas en el apartado 8.

- **Operario:** Con formación como técnico eléctrico o mecánica será el encargado de ejecutar la operación, bajo la supervisión del Capataz.

### 6.2. Requisitos a cumplir con los materiales

- Aceite Shell 5W-40 para brindar estabilidad frente a la oxidación a largo plazo y evitar desgaste por funcionamiento en el motor reductor.
- Limpia Contactos para limpiar contactos que se encuentren manchados o corroídos, ayuda a quitar oxido y residuos que se presenten debido a la combustión.
- Limpiador de metal en aerosol para limpiar y desengrasar piezas metálicas, como por ejemplo la cadena de arrastre, rodamientos de los peldaños, etc.
- Thinner para limpiar los peldaños por la parte interior como exterior.
- Cintillos de Apriete para organizar el cableado y adjuntarlos según su función.
- Cinta Aislante empleada para el aislamiento e identificación de conductores eléctricos.
- Brochas de 2 plgs. para realizar limpieza del pozo superior e inferior.
- Trapos Industriales empleados para hacer limpieza de los componentes externos y superficiales del equipo.

### 6.3. Requisitos a cumplir con la maquinaria y herramientas

- Control manual de la escalera para poder realizar el accionamiento de la escalera mecánica de forma controlada.
- Juego de herramientas para poder ajustar y desajustar pernos, tuercas, etc., la cual se encargan de sostener los diferentes elementos mecánicos en el interior de la escalera.
- Aspiradora para limpiar el foso superior e inferior sin contaminación del área de trabajo.

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En primer lugar, se debe de coordinar con el personal a cargo de la administración, para luego proceder al cercado de las áreas de ingreso a la escalera mecánica, tanto en el nivel inferior y nivel superior, seguidamente de la limpieza de los fosos superior e inferior acompañado seguidamente de la revisión del tablero de control que se encuentran en los respectivos fosos, limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores electromagnéticos y demás componentes que integran el tablero de control.

Luego de realizado toda la limpieza de los componentes electrónicos, se continua con el abastecimiento del sistema de lubricación con aceite 5W-40 para realizar la prueba controlada con el control manual de la escalera y detectar cualquier imperfecto en el funcionamiento de la escalera, si no se detecta ningún problema se procede con el desmontaje de los peldaños para su limpieza interior y exterior utilizando el trapo industrial y el thinner, seguidamente se realiza la limpieza de los rodamientos con el limpiador en aerosol.

A continuación, se realiza la verificación de los componentes mecánicos, tales como polines de desplazamiento, trenes de apriete, cadena de arrastre, ruedas de accionamiento, todos estos componentes pertenecen al sistema de desplazamiento de la faja pasamanos, las cuales si presentan daños algunos de estos componentes por favor ir a los puntos 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4, según corresponda.

Luego se realiza el lavado de la cadena de transmisión con el uso del trapo industrial y limpiador de metales en aerosol, en seguida se realiza la verificación de nivel de aceite del motor reductor, en caso de que el aceite lubricante se encuentre en mal estado ir al punto 7.5.

Se continua con la limpieza y calibración de los dispositivos electrónicos de seguridad tanto sensores como elementos de enclavamiento y/o frenado. Se procede a la colocación de los peldaños, con la ayuda del control manual de la escalera, de manera que estén alineados con los peines y así poder evitar la ruptura de los peines o porta-peines.

Finalmente, luego de realizar la limpieza del área de trabajo y de haber montado todos los elementos de la escalera se procede a una prueba de 20 minutos, para detectar algún imperfecto en el funcionamiento de la escalera mecánica, si es no registra ningún imperfecto se da por realizado el mantenimiento.

### 7.1. Instalación y/o reposición de tren de apriete

Utilizado para tensar la faja pasamanos y evitar la desincronización entre peldaños y faja pasamanos.

Para su instalación y/o reposición, en primer lugar, se debe acomodar la faja pasamanos en el tramo del área de trabajo, introducir el vástago de rosca por el orificio ya establecido con sus respectivos topes, que permiten poner un límite al resorte tensor. Se coloca el perno hasta el punto limite manual de ajuste, a continuación, se coloca correctamente la faja pasamanos sobre los polines del tren de apriete y se ajusta con la tuerca hasta que este correctamente ajustada con la rueda de accionamiento.

### 7.2. Instalación y/o reposición de cadena de arrastre

Utilizado para evitar el daño de la faja pasamanos en su recorrido, exactamente en las curvas que se encuentran en la parte superior e inferior y trasladar los peldaños a lo largo de todo el recorrido.

Para su instalación se realiza la colocación de roscas en los extremos de la cadena, que se montan en el riel de la faja, en consiguiente se monta la faja sobre sus guiadores de la cadena, elementos de plásticos presentes en su estructura de la cadena, para luego centrar la faja y realizar ajuste en la cadena sobre el riel.

### 7.3. Instalación y/o reposición de rueda de accionamiento de pasamanos

Utilizado para transmitir el movimiento a la faja pasamanos y lograr la sincronización entre peldaños y faja pasamanos.

Para su instalación se retira parte de la faja y parte de los peldaños, luego se introduce la rueda de accionamiento en el interior de la escalera, en seguida se monta en los vástagos roscantes para que a continuación ajustarlas y dejarlas fijamente.

Finalmente se coloca la faja pasamanos y los peldaños para luego ajustar el tren de apriete para que la rueda entre en contacto con toda la superficie interior de la faja pasamanos.

### 7.4. Instalación y/o reposición de polines de desplazamiento

Utilizado para tensar la faja pasamanos y apoyo en el desplazamiento.

Para su instalación se debe colocar en su vástago de rosca y ajustarlo con su tuerca hasta que el rodamiento interno quede fijo, de no ser así es muy probable que la faja pasamanos termine dañada internamente por desalineación producto de la fricción.

### 7.5. Cambio de aceite del motor reductor

Utilizado para lubricar y limpiar los elementos internos del motor reductor.

Para su respectivo cambio se debe utilizar una manguera 1 ½ plg., y un recipiente vacío en la que se depositara el aceite viejo, se esperara a que se vacíe el depósito de aceite.

Se procede al llenado con el aceite 5W-40 con la ayuda de un embudo y manguera de 1 ½ plg. A continuación, se procede a tapar y ajustar, verificando así que esté totalmente hermético y sin fugas.

Finalmente se realiza la prueba controlada del motor reductor por 3 minutos, dejando operativa la escalera mecánica

## 8. RESPONSABILIDADES

**Capataz**

- Hacer ejecutar, por parte del equipo de trabajo, las actividades especificadas en esta instrucción.
- Realizar las inspecciones y ensayos necesarios.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas de seguridad y salud y utilización de EPI´s de acuerdo con lo especificado en el Plan de Prevención y Evaluación de Riesgos.
- Verificar todas las partes comprendidas dentro del control y aceptación

**Operario**

- Realizar y ejecutar las actividades especificadas en esta instrucción.
- Cumplir con todas las especificaciones comprendidas dentro del plan de prevención y evaluación de riesgos.

## 9. CONTROL Y ACEPTACIÓN

| CONTROL Y ACEPTACIÓN | |
|---|---|
| **Puntos a comprobar** | 1. Comprobación de la existencia en obra de esta ficha.<br>2. Comprobación de que se dispone en obra de los materiales que figuran en esta Instrucción, y que cumplen los requisitos establecidos en el punto 6.2.<br>3. La correcta señalización de la zona de trabajo.<br>4. La correcta ejecución de la operación, comprobando la alineación correcta en la Instalación de los Inodoros.<br>5. Comprobar la correcta alineación de la faja del pasamano.<br>6. Comprobar la correcta alineación de los peldaños.<br>7. Comprobar que no existen ruidos mecánicos extraños.<br>8. Comprobar el funcionamiento de los sensores de seguridad. |

## 10. PREVENCIÓN

| Actividades | Peligro | Riesgo especifico | Consecuencia | Controles Asociados |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Movilización de equipos y personal en general | Traslado de equipos | Caídas a desnivel, tropiezos, | Contusiones hematomas, golpes, laceraciones, fracturas, | Garantizar que el personal cumpla con las condiciones de orden y limpieza general en el entorno, inicio de labores de acorde a la charla de seguridad diaria formato: FOR-SST-SSOMA-001 EVENTO DE INDUCCION, CAPACITACION Y SIMULACRO realizando la verificación de equipos de protección personal de acorde al formato de trabajo-PE-FOR-SST-SSOMA-040 INSPECCION DE EPP |
| | Limpieza del área de trabajo | Caídas a desnivel, tropiezos, atropellos, aplastamiento | Contusiones hematomas, golpes, laceraciones, fracturas, escoriaciones | La realización del presente trabajo se procederá a llenar el formato PE-FOR-SST-SSOMA-002 ANALISIS SEGURO DE TRABAJO y se hará acorde a los parámetros de seguridad establecidos en el entorno "señalización del área" utilización de conos de seguridad, y controles de ingeniería. |
| Mantenimiento general de Transformador | Utilización de Herramientas y componentes dieléctricas | Manipulación deficiente o hay distracción en la operación. Espacio reducido en el área de trabajo y pasadizos. | Electrocución, aplastamiento, laceraciones, quemaduras | Control y uso eficaz de procedimiento de trabajo PE-PRO-SST-SSOMA-005 CODIGO DE COLORES DE INSPECCION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS, así como su anexo, debiendo contar las herramientas de poder el Instructivo acorde al trabajo específico. Así mismo durante la utilización de herramientas de poder se deberá de contar con las guardas de protección del caso. Así mismo se tendrá como línea base el procedimiento PE-PRO-SST-SSOMA-015 BLOQUEO, DESBLOQUEO Y ETIQUETAS DE EQUIPOS el cual aplicara para el uso de energías residuales. |
| | Trabajos en Altura | Caídas, Resbalones, electrocución, aplastamiento | Golpes contusiones, hematomas, fracturas, etc. | De requerir el trabajo acciones para trabajos en altura se deberá de contar con el formato PE-FOR-SST-SSOMA-003-PERMISO DE TRABAJOS EN ALTURA y así mismo se deberá de seguir el PE-PRO- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | SST-SSOMA-007 TRABAJO EN ALTURA |
| | | Residuos derivados del mantenimiento de Transformadores | Contaminación del suelo/Posible contaminación de fuentes de agua | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-AMB-SSOMA-09 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén ubicado en Rodolfo Beltrán 947. |

**EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL ADECUADOS A LA TAREA (RECOMENDADOS)**

Casco Dieléctricos:

Homologados por Norma Técnica Reglamentaria, Clase E para tensiones hasta 1.000 V.

Guantes Dieléctricos: Homologados por Norma Técnica Reglamentaria, Clase 00 hasta 2.500 V.

Botas Dieléctricas: Homologados por Norma Técnica Reglamentaria, hasta 35 KV.

Banquetas Aislantes: Homologados por Norma Técnica Reglamentaria, Tipo A banqueta de interior, Tipo B banqueta de exterior. Clase IV para Tensión hasta 140 KV.

Camisa y Pantalón: Confeccionada en manga larga, 100% algodón. y unión de costados, hombro y mangas. Hilos 100% Poliéster.

| CABEZA | | CUERPO | | PIES | OJOS | | MANOS | | OIDOS | RESPIRACION | FACIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**11. MEDIOAMBIENTE**

Durante el desarrollo de las actividades que se realizan en el mantenimiento de escaleras mecánica se ha identificado aspectos ambientales, las mismas que se controlan de acuerdo al cuadro adjunto:

| Actividades | Aspecto Ambiental | Aspecto Ambiental relacionado con | Impacto Ambiental | Controles Asociados |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Movilización de equipos y personal en general | Efluentes | Derrames de lubricantes / combustible de vehículos, maquinarias durante el traslado del personal. | Contaminación al suelo | Garantizar que los equipos cuenten con su respectivo mantenimiento preventivo, Check list de pre uso de equipos, uso de kit de contingencia, (charlas de 5 minutos, charlas integrales, inducción: PE-PRO-MA-014 Capacitaciones Ambientales), así como realizar los simulacros de emergencias ambientales (PE-PRO-MA-011 Control de Emergencias Ambientales). |
| | Consumo de recursos naturales | Consumo de combustible / lubricante (transporte de personal, equipos y/o maquinarias pesada) | Agotamiento del recurso | Control del uso eficaz de los materiales no renovables (PE-PRO-MA-006 Manejo de Materias Primas). Priorizar el consumo de biodiesel, mantener el vehículo apagado cuando no se está utilizando la unidad. |
| | Emisiones a la atmósfera | Generación de gases y partículas por la combustión de vehículos/equipos durante la actividad. | Contaminación al aire | Realizar la revisión técnica de los vehículos de acuerdo a su cronograma de mantenimiento. Realizar inspecciones periódicas (PE-PRO-MA-004 Manejo de Emisiones al Aire). |
| | Efluentes | Derrame de Aceites, thinner, y otros líquidos peligrosos que pudiesen derramar por la manipulación de productos químicos. | Contaminación al suelo y generación de residuos contaminados | Todo producto químico debe estar identificado, contar con su hoja MSDS y tener una bandeja de contención en su manipulación. Se deberá contar con un Kit de contingencia para derrames en el área de trabajo (PE-PRO-MA-011 Control de Emergencias Ambientales). |
| | Generación de residuos | Residuos derivados del mantenimiento | Restos de cables, papeles, cartones, etc. | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-MA-009 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén central. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Residuos derivados manchados con derivados de hidrocarburos como aceites, thinner, entre otros. | Contaminación del suelo/Posible contaminación de fuentes de agua | Disponer los residuos en los puntos de acopio o almacenes temporales de residuos (PE-PRO-MA-009 Manejo Integral de Residuos) para garantizar la adecuada clasificación y posterior almacenamiento de residuos en nuestro almacén central. |

Toda actividad se realizará siempre cuidando el ambiente, toda actividad se iniciará asegurándose que se tenga a la mano todos los implementos ambientales necesarios para realizar las actividades.

Si hubiese productos químicos como pinturas u otros líquidos peligrosos deben estar sobrepuestos en bandejas de contención, con la finalidad de evitar posibles derrames de materiales peligrosos.

# ANEXO 2

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Izaguirre
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NIZPASNPI3E2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 10 | 2700 | 12 | 2688 | 269 | 270 | 99.56% |
| NIZPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 10 | 2690 | 448 | 450 | 99.63% |
| NIZPASNPI1E2 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NIZPANSPI2E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NIZPANSPI3E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| NIZPANSPI1E1 | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 4 | 2696 | 899 | 900 | 99.85% |
| NIZPASNPI3E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| NIZPASNPI2E1 | | | | 2 | | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| NIZPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NIZPANSPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NIZPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NIZPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 15 | 11 | 1 | 8 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Pacífico

Número de Embarques 4

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NPFPASNPI3E2 | 1 | 1 | 1 | | | | 2 | 1 | | | 6 | 2700 | 6 | 2694 | 449 | 450 | 99.78% |
| NPFPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 8 | 2692 | 449 | 450 | 99.70% |
| NPFPASNPI1E2 | | | | 1 | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NPFPANSPI1E1 | | 2 | | | | 1 | | | | 1 | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| NPFPANSPI2E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| NPFPANSPI3E1 | 3 | 1 | | | | | | | | | 4 | 2700 | 4 | 2696 | 674 | 675 | 99.85% |
| NPFPASNPI3E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| NPFPASNPI2E1 | 3 | | | 2 | | | 1 | 1 | | | 7 | 2700 | 3 | 2697 | 385 | 386 | 99.89% |
| NPFPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| NPFPANSPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NPFPANSPI2E2 | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 4 | 2700 | 5 | 2695 | 674 | 675 | 99.81% |
| NPFPANSPI3E2 | 1 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 9 | 2691 | 538 | 540 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 13 | 10 | 1 | 6 | 1 | 5 | 4 | 3 | 4 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Independencia

Número de Embarques 4

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 12

| Fallas Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NINPASNPI3E2 | 1 | | | 3 | 1 | | | 1 | | | 6 | 2700 | 4 | 2696 | 449 | 450 | 99.85% |
| NINPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 6 | 2694 | 449 | 450 | 99.78% |
| NINPASNPI1E2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 3 | 2697 | 2697 | 2700 | 99.89% |
| NINPANSPI1E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 4 | 2696 | 899 | 900 | 99.85% |
| NINPANSPI2E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 2 | | 6 | 2700 | 3 | 2697 | 450 | 450 | 99.89% |
| NINPANSPI3E1 | | 1 | | | | 1 | | | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| NINPASNPI3E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| NINPASNPI2E1 | | | | 2 | | | 1 | 3 | 1 | | 7 | 2700 | 3 | 2697 | 385 | 386 | 99.89% |
| NINPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NINPANSPI1E2 | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NINPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NINPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 11 | 9 | 1 | 9 | 2 | 4 | 2 | 4 | 6 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Los Jazmines
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NJZPASNPI3E2 | 4 | 1 | | | | | | | | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NJZPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 10 | 2690 | 448 | 450 | 99.63% |
| NJZPASNPI1E2 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NJZPANSPI1E1 | | | | | 1 | | | | | 1 | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NJZPANSPI2E1 | 1 | | | 2 | | | | | 1 | | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| NJZPANSPI3E1 | 3 | | | | | | 1 | | | | 4 | 2700 | 4 | 2696 | 674 | 675 | 99.85% |
| NJZPASNPI3E1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 4 | 2700 | 5 | 2695 | 674 | 675 | 99.81% |
| NJZPASNPI2E1 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NJZPASNPI1E1 | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NJZPANSPI1E2 | | | | 2 | 1 | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NJZPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NJZPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 17 | 5 | 0 | 7 | 4 | 4 | 2 | 1 | 6 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Tomas Valle

Número de Embarques 4

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NTVPASNPI3E2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 8 | 2700 | 5 | 2695 | 337 | 338 | 99.81% |
| NTVPASNPI2E2 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 2700 | 10 | 2690 | 2690 | 2700 | 99.63% |
| NTVPASNPI1E2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 3 | 2697 | 2697 | 2700 | 99.89% |
| NTVPANSPI1E1 | | 2 | 1 | 3 | | | | | | 1 | 7 | 2700 | 3 | 2697 | 385 | 386 | 99.89% |
| NTVPANSPI2E1 | | | | | | 1 | | | 1 | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NTVPANSPI3E1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 2 | 2700 | 4 | 2696 | 1348 | 1350 | 99.85% |
| NTVPASNPI3E1 | 3 | 3 | | | | 1 | | | | | 7 | 2700 | 1 | 2699 | 386 | 386 | 99.96% |
| NTVPASNPI2E1 | | | 2 | | | | | | 1 | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| NTVPASNPI1E1 | | 3 | | 1 | | | | | | | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| NTVPANSPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 4 | 2696 | 1348 | 1350 | 99.85% |
| NTVPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NTVPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 11 | 12 | 4 | 7 | 2 | 4 | 2 | 1 | 5 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: El Milagro
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NMGPASNPI3E2 | 2 | 1 | | | | | | 1 | | | 4 | 2700 | 4 | 2696 | 674 | 675 | 99.85% |
| NMGPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 2 | 2698 | 450 | 450 | 99.93% |
| NMGPASNPI1E2 | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NMGPANSPI1E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NMGPANSPI2E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| NMGPANSPI3E1 | | 4 | | | | | 2 | | | | 6 | 2700 | 4 | 2696 | 449 | 450 | 99.85% |
| NMGPASNPI3E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| NMGPASNPI2E1 | | | | | 3 | | 1 | 1 | 1 | | 6 | 2700 | 3 | 2697 | 450 | 450 | 99.89% |
| NMGPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NMGPANSPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NMGPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | | | | 1 | | 4 | 2700 | 5 | 2695 | 674 | 675 | 99.81% |
| NMGPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | | | 6 | 2700 | 9 | 2691 | 449 | 450 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 12 | 14 | 1 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Honorio Delgado
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NHDPASNPI3E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| NHDPASNPI2E1 | 1 | | | | | 1 | | | | | 2 | 2700 | 1 | 2699 | 1350 | 1350 | 99.96% |
| NHDPASNPI1E1 | | 1 | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NHDPANSPI1E1 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 1 | 2699 | 1350 | 1350 | 99.96% |
| NHDPANSPI2E2 | 5 | | | | | | 1 | | 1 | | 7 | 2700 | 3 | 2697 | 385 | 386 | 99.89% |
| NHDPANSPI3E1 | | 2 | | | | | | | | | 2 | 2700 | 4 | 2696 | 1348 | 1350 | 99.85% |
| NHDPASNPI3E1 | | | | 4 | 1 | | | | | | 5 | 2700 | 4 | 2696 | 539 | 540 | 99.85% |
| NHDPASNPI2E1 | | 3 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NHDPASNPI1E1 | 1 | 4 | | | | 1 | | 1 | | | 7 | 2700 | 2 | 2698 | 385 | 386 | 99.93% |
| NHDPANSPI1E2 | 2 | | | 3 | | | | 1 | | 1 | 7 | 2700 | 3 | 2697 | 385 | 386 | 99.89% |
| NHDPANSPI2E2 | 2 | | | | | | | | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| NHDPANSPI3E2 | 2 | | | | | | | | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 14 | 10 | 0 | 9 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Parque del Trabajo

Número de Embarques 4

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NPTPASNPI3E2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 10 | 2700 | 12 | 2688 | 269 | 270 | 99.56% |
| NPTPASNPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 10 | 2690 | 448 | 450 | 99.63% |
| NPTPASNPI1E2 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NPTPANSPI1E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NPTPANSPI2E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| NPTPANSPI3E1 | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 4 | 2696 | 899 | 900 | 99.85% |
| NPTPASNPI3E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| NPTPASNPI2E1 | | | | 2 | | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| NPTPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| NPTPANSPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| NPTPANSPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| NPTPANSPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 15 | 11 | 1 | 8 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 1 | 60 | | | | 752 | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: 2 de Mayo
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CDMPASNPI3E1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 1 | | | 7 | 2700 | 5 | 2695 | 385 | 386 | 99.81% |
| CDMPASNPI2E1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | 5 | 2700 | 10 | 2690 | 538 | 540 | 99.63% |
| CDMPASNPI1E1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| CDMPASNPI3E2 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| CDMPASNPI1E2 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| CDMPASNPI2E2 | 2 | | | | | | | | | | 2 | 2700 | 4 | 2696 | 1348 | 1350 | 99.85% |
| CDMPANSPI1E2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CDMPANSPI2E2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CDMPANSPI3E2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CDMPANSPI1E1 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CDMPANSPI2E1 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| CDMPANSPI3E1 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 5 | 2695 | 385 | 386 | 99.81% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 13 | 7 | 1 | 5 | 0 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Quilca
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CQLPASNPI3E1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| CQLPASNPI2E1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| CQLPASNPI1E1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| CQLPANSPI1E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| CQLPANSPI3E1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| CQLPANSPI2E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CQLPANSPI3E3 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 2 | 2698 | 2698 | 2700 | 99.93% |
| CQLPANSPI2E2 | | | 3 | | | | | | 1 | | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| CQLPANSPI3E2 | 1 | | | | | 1 | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| CQLPANSPI2E3 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 3 | 2697 | 2697 | 2700 | 99.89% |
| CQLPANSPI1E3 | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 4 | 2700 | 5 | 2695 | 674 | 675 | 99.81% |
| CQLPASNPI1E1 | 1 | 2 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Ramon Castilla
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CRCPASNPI1E3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 10 | 2700 | 10 | 2690 | 269 | 270 | 99.63% |
| CRCPASNPI2E3 | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 | 2700 | 5 | 2695 | 1348 | 1350 | 99.81% |
| CRCPASNPI1E3 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| CRCPANSPI2E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| CRCPANSPI1E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| CRCPANSPI3E1 | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 4 | 2696 | 899 | 900 | 99.85% |
| CRCPASNPI3E2 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| CRCPASNPI2E2 | | | | 2 | | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| CRCPASNPI1E2 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| CRCPANSPI2E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| CRCPANSPI1E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| CRCPANSPI3E2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 13 | 9 | 1 | 7 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Tacna

Número de Embarques 2

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 6

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CTCPANSPI3E1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 2700 | 1 | 2699 | 1350 | 1350 | 99.96% |
| CTCPANSPI2E1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| CTCPANSPI1E1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CTCPASNPI1E2 | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 1 | 2699 | 900 | 900 | 99.96% |
| CTCPASNPI2E2 | | | 1 | 2 | | | | | 1 | | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| CTCPASNPI3E2 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad de Fallas por Estación | 0 | 1 | 5 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Jiron de la Unión

Número de Embarques 2

Periodo de la Data 5 meses

Sector Norte

Número de Puertas 6

| Fallas / Frecuentes Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CUOPANSPI1E1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CUOPANSPI2E1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CUOPANSPI3E1 | | | | | | | | 1 | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CUOPASNPI3E1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CUOPASNPI2E1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CUOPASNPI1E1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad de Fallas por Estación | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Colmena
Número de Embarques 2
Periodo de la Data 5 meses

Sector Centro
Número de Puertas 6

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CCOPANSPI3E1 | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| CCOPANSPI2E1 | | | 1 | | 1 | | | | | | 2 | 2700 | 1 | 2699 | 1350 | 1350 | 99.96% |
| CCOPANSPI1E1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CCOPASNPI1E1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| CCOPASNPI2E1 | | | | | 1 | | 2 | | | 1 | 4 | 2700 | 3 | 2697 | 674 | 675 | 99.89% |
| CCOPASNPI3E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad de Fallas por Estación | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | | | | | | | |

# Data de fal+A203:S224las por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Angamos
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector VIA EXPRESA
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VAGPANSPI3E2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 10 | 2700 | 4 | 2696 | 270 | 270 | 99.85% |
| VAGPANSPI2E2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | 2700 | 5 | 2695 | 449 | 450 | 99.81% |
| VAGPANSPI1E2 | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| VAGPANSPI3E1 | | 2 | | | | | | | | 1 | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| VAGPANSPI2E1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| VAGPANSPI1E1 | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 | 2700 | 4 | 2696 | 899 | 900 | 99.85% |
| VAGPASNPI1E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 2 | 2698 | 899 | 900 | 99.93% |
| VAGPASNPI2E1 | | | | 2 | | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 2700 | 3 | 2697 | 539 | 540 | 99.89% |
| VAGPASNPI3E1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| VAGPASNPI1E2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2700 | 3 | 2697 | 1349 | 1350 | 99.89% |
| VAGPASNPI2E2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 5 | 2700 | 5 | 2695 | 539 | 540 | 99.81% |
| VAGPASNPI3E2 | 3 | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 7 | 2700 | 9 | 2691 | 384 | 386 | 99.67% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 15 | 11 | 1 | 8 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 1 | | | | | | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Ricardo Palma
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector VIA EXPRESA
Número de Puertas 12

| Fallas / Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VRPPANSPI3E2 | 1 | | | 2 | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| VRPPANSPI2E2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPANSPI1E2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPANSPI3E1 | 1 | | | | | | 1 | | | | 2 | 2700 | 1 | 2699 | 1350 | 1350 | 99.96% |
| VRPPANSPI2E1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPANSPI1E1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPASNPI1E1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 2 | 2698 | 2698 | 2700 | 99.93% |
| VRPPASNPI2E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPASNPI3E1 | 2 | | | 1 | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| VRPPASNPI1E2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPASNPI2E2 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| VRPPASNPI3E2 | 1 | | 1 | | | | | | | | 2 | 2700 | | 2700 | 1350 | 1350 | 100.00% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 6 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 16 | | | | 2175 | | |

# Data de fallas por puertas automáticas

Jefe Electromecánico: Alfredo Tremolada Lastra

Supervisor: Frank Neyra Cachi

Estación: Estadio Unión
Número de Embarques 4
Periodo de la Data 5 meses

Sector SUR
Número de Puertas 12

| Fallas Frecuentes / Equipos | Garrucha dañada | Kit de carro deslizador | Faja dentada Suelta | Peineta dañada | Tarjeta de Funciones averiada | Sensores de seguridad dañados | Guia de Piso rota | Soporte de Fajas dañada | Sensor de seguridad | Controlador Dañado | Número de fallas | Tiempo Total de Trabajo (Hrs.) | Tiempo por Mant. Correctivo (Hrs.) | Horas Operativas (Hrs.) | MTTF | MTBF | DISPONIBILIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEUPANSPI3E2 | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 | 2700 | 2 | 2698 | 1349 | 1350 | 99.93% |
| SEUPANSPI2E2 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPANSPI1E2 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPASNPI1E2 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPASNPI2E2 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2700 | 2 | 2698 | 2698 | 2700 | 99.93% |
| SEUPASNPI3E2 | 3 | | | | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| SEUPANSPI3E1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 2 | 2698 | 2698 | 2700 | 99.93% |
| SEUPANSPI2E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPANSPI1E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPASNPI1E1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPASNPI2E1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 2700 | 1 | 2699 | 2699 | 2700 | 99.96% |
| SEUPASNPI3E1 | 2 | | | 1 | | | | | | | 3 | 2700 | 3 | 2697 | 899 | 900 | 99.89% |
| Cantidad de Fallas por Estación | 9 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | |